ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MERCREDI 27 DÉCEMBRE 1939.

PRÉSIDENCE DE M. AUGUSTE BÉHAL.



MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce la mort de M. **Max Laubeuf** et donne lecture de la Notice suivante :

L'Académie vient d'être frappée par la perte d'un grand ingénieur, **Max Laubeuf**, Membre de la Section des Applications de la Science à l'Industrie.

Né le 23 novembre 1864 à Poissy, Max Laubeuf entra à l'École Polytechnique en 1883 et en sortit dans le corps du Génie maritime. Dès ses débuts dans cette carrière, il se trouva aux prises avec de nombreux problèmes auxquels il appliqua ses qualités d'observation et son aptitude à la discussion scientifique. Les questions qui retinrent particulièrement son attention ressortissaient de domaines fort divers; influence de la profondeur d'eau sur la vitesse des navires, mesures dynamométriques pendant la giration, formes de carènes des bâtiments rapides, chauffe des chaudières, étude du perçage, influence du sens de rotation des hélices sur les navires à deux hélices, travail des matériaux d'acier, influence du nombre d'hélices. Dans tous ces travaux, il montre un esprit curieux de tous les détails d'une technique des plus variées et une analyse fine de phénomènes souvent fort complexes. Toute sa vie, il s'intéressa à des problèmes d'avant-garde dans de nombreux domaines, mais, nous dit notre Confrère M. Barrillon, celui qui le passionna toujours fut le problème de la navigation sous-marine.

Vers la fin du siècle dernier, la nécessité militaire de la navigation sous-marine était déjà reconnue, et en 1896 la marine mettait au concours un projet de sous-marin à la suite duquel furent retenus deux projets de sous-marins fusiformes et un projet très original de Laubeuf intitulé torpilleur submersible. Ce dernier projet, qui devait devenir le *Narval*, comportait à

l'intérieur d'une coque légère ayant sensiblement les formes d'un torpilleur, une coque résistante en forme de cigare; l'espace compris entre les deux coques constituait les ballasts, c'est-à-dire les réservoirs dont le remplissage par l'eau amène la perte de flottabilité indispensable pour la plongée. Le submersible de Laubeuf, ayant une coque extérieure de navire de surface, se trouve apte à naviguer également bien sur et sous l'eau, et l'on sait maintenant que la réunion de ces qualités est indispensable. La hardiesse de l'innovation apparaît dans le rapport entre le poids du navire en surface et le poids d'eau à introduire pour la plongée. Tandis que, dans un sous-marin antérieur au *Narval* et dans les projets concurrents, le poids d'eau à introduire eût été de 5 tonnes pour un poids en surface de 116 tonnes, Laubeuf conçoit d'emblée un poids de 86 tonnes d'eau embarqué pour un poids en surface de 116 tonnes. Le projet de Laubeuf n'était donc pas une évolution d'un type connu, mais une véritable révolution. Pour qui connaît la difficulté qu'il y a dans les sujets techniques, et plus spécialement dans les sujets militaires, à sortir des sentiers battus, pour qui sait combien de qualités contradictoires doivent être harmonisées dans un projet de navire, l'entreprise de Laubeuf apparaît comme particulièrement hardie. De cette époque date la lutte entre le sous-marin et le submersible, lutte qui devait se poursuivre âprement pendant plusieurs années, et qui se termina par l'adoption dans toutes les marines, comme bâtiment de haute mer, du submersible de Laubeuf; seul le nom de sous-marin est resté. Inventeur génial, Laubeuf a eu la joie de voir ses idées adoptées dans le monde entier.

Pour arriver à un pareil succès, les dons les plus brillants du technicien ne suffisent pas; il faut encore une opiniâtreté farouche et un réel talent dans l'art de convaincre. Max Laubeuf réunissait toutes ces qualités. Il avait au plus haut degré l'esprit de finesse qui le préservait des faux pas sur une route remplie d'embûches, et une séduction naturelle que ses contemporains qualifiaient d'enchantement; que ce fût sur le chantier de construction du *Narval*, parmi les ouvriers qui montaient le bâtiment, ou plus tard, à bord du navire, parmi l'État-Major et l'équipage, il savait d'un mot faire naître l'enthousiasme et le dévouement.

Attentif aux faits d'expérience et sachant s'y plier sans effort, imbu de cette idée féconde qu'ingénieur et utilisateur sont des collaborateurs dont la bonne entente facilite et active les progrès de l'œuvre à laquelle ils sont attelés, il fit volontairement partie de l'État-Major du *Narval* au cours de toutes les plongées effectuées pendant les six premiers mois de la vie de son navire.

A cette époque la navigation sous-marine, encore à ses débuts, n'allait pas sans une certaine crainte de l'accident fatal, crainte encore aggravée par l'emploi d'un type de bâtiment absolument nouveau. Soucieux de ses responsabilités d'inventeur et de son honneur d'officier, Laubeuf marquait par sa présence à toutes les plongées sa volonté d'être au milieu des marins au cas où il y aurait eu danger.

Dans cette vie constante à bord, il recueillit une ample moisson d'enseignements, de nouveaux sujets d'études, d'observations discutées et contrôlées par les officiers, ce qui lui permit d'améliorer son prototype et de créer par la suite toute une série de bâtiments aussi réussis du point de vue constructeur que du point de vue marin. Et dans toutes les sorties, il goûtait la joie de la vie en commun à la mer avec quelques officiers animés par une foi égale à la sienne.

L'harmonie entre le commandement et le technicien, harmonie faite de compréhension mutuelle et de désir commun de perfection, n'a pas eu de meilleur apôtre que Laubeuf. Dans le domaine moral comme dans le domaine technique, Laubeuf a réuni les qualités du cœur et celles de l'esprit. A ce double titre c'est un devoir de rendre un pieux hommage à sa mémoire. Ce grand ingénieur a bien mérité de la marine et du pays.

Nous présentons nos condoléances émues à sa famille.

M. le **Président** rappelle à l'Académie qu'à l'occasion de la Nouvelle année, la prochaine séance ordinaire aura lieu le mercredi 3 janvier au lieu du lundi 1er.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les valeurs des fonctions holomorphes.* Note de M. **Paul Montel**.

1. Une fonction $f(z)$, holomorphe dans le cercle-unité et prenant la valeur a en un point de ce cercle, ne peut prendre une valeur différente b qu'en des points dont la distance non euclidienne au premier, définie en prenant le cercle-unité comme cercle fondamental, n'est pas inférieure à une limite qui ne dépend que des valeurs a, b, et du module maximum de la fonction dans le cercle [1].

---

[1] E. Landau, *The Tohoku Mathematical Journal*, 5, 1914, p. 104 et 107; P. Sergescu, *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 322.

La raison de l'existence d'un minimum pour la distance des zéros de $f(z)-a$ et de $f(z)-b$ se trouve dans le fait qu'une famille de fonctions holomorphes et uniformément bornées dans le cercle-unité est normale dans l'intérieur de ce cercle. On obtient le même résultat pour toute famille normale. En d'autres termes : *si une famille de fonctions holomorphes dans le cercle-unité est normale dans l'intérieur de ce cercle, à chaque domaine complètement intérieur au cercle correspond un nombre positif δ tel que la distance de deux points en lesquels la fonction prend deux valeurs différentes fixes a et b soit supérieure ou égale à δ.*

2. Voici une classe de fonctions holomorphes dans le cercle-unité pour lesquelles la valeur de δ peut être déterminée exactement, ainsi que la fonction pour laquelle le minimum est atteint. Ce sont les fonctions représentées par le développement

$$f(z)=a+a_1z+a_2z^2+\ldots+a_nz^n+\ldots$$

pour lesquelles l'inégalité

$$\sum_{n=1}^{\infty}|a_n|^{\alpha}b_n^{\alpha}\leqq R^{\alpha}$$

est vérifiée, R désignant un nombre positif fixe, α un nombre supérieur à l'unité et b_n une suite de nombres positifs ou nuls vérifiant la condition

$$\overline{\lim}\sqrt[n]{b_n}\geqq 1.$$

Considérons la fonction

$$\varphi(z)=\frac{z}{b_1^{\beta}}+\frac{z^2}{b_2^{\beta}}+\ldots+\frac{z^n}{b_n^{\beta}}+\ldots,$$

dans laquelle β est lié à α par la relation

$$\frac{1}{\alpha}+\frac{1}{\beta}=1.$$

Cette fonction est holomorphe dans le cercle-unité. Soit δ la racine positive de l'équation

$$\varphi(\rho^{\beta})=\left|\frac{b-a}{R}\right|^{\beta}.$$

Pour toute fonction de la famille, le module d'un zéro de $f(z)-b$ est au moins égal à δ.

Le minimum est atteint pour la fonction

$$f_0(z)=a+\frac{R^{\beta}}{|b-a|^{\beta-1}}\varphi(\delta^{\beta-1}z),$$

en supposant, comme on peut toujours le faire, que $b-a$ est réel et positif. On a

$$f_0(0)=a, \qquad f_0(\delta)=b.$$

Par exemple, si $b_n=1$, on a

$$\delta=\frac{|b-a|}{[R^\beta+|b-a|^\beta]^{\frac{1}{\beta}}},$$

$$f_0(z)=b+\frac{b-a}{\delta}\frac{z-\delta}{1-\delta^{\beta-1}z}.$$

Si $\alpha=2$, la condition imposée à la fonction exprime que la valeur moyenne quadratique du module de $f(z)-a$ sur la circonférence-unité est bornée.

Si $b_n=\sqrt{n}$, $\alpha=2$, l'aire totale couverte par les points représentatifs des valeurs de $f(z)$ est uniformément bornée. On a

$$\delta=\sqrt{1-e^{\left|\frac{b-a}{R}\right|^2}},$$

$$f_0(z)=\frac{R^2}{|b-a|}\log\frac{1-\delta^2}{1-\delta z}+b.$$

3. Examinons les cas limites où α est égal à l'unité ou à l'infini et supposons $b_n=1$ pour simplifier. Dans le premier cas, pour lequel

$$\sum_{n=1}^{\infty}|a_n|\leqq R,$$

on trouve que la valeur de δ est $|(b-a/R)|$ et que cette limite est atteinte pour la fonction

$$f_0(z)=a+\frac{b-a}{\delta}z.$$

Dans le second cas, la condition devient

$$|a_n|\leqq R \qquad (n=1, 2, \ldots).$$

On obtient alors pour δ la valeur limite donnée par $\beta=1$:

$$\delta=\frac{|b-a|}{R+|b-a|}$$

et

$$f_0(z)=a+R\frac{z}{1-z}.$$

4. La famille des fonctions $f(z)$ vérifiant l'inégalité

$$\sum_{n=1}^{\infty}|\alpha_n|^\alpha b_n^\alpha\leqq R^\alpha$$

est normale dans l'intérieur du cercle-unité. Il en résulte que la famille des fonctions dérivées $f'(z)$ est normale et bornée. *On peut obtenir aussi la limite exacte du module maximum de $f'(z)$.* Posons

$$\psi(z) = \frac{1^\beta z}{b_1^\beta} + \frac{2^\beta z^2}{b_2^\beta} + \ldots + \frac{n^\beta z^n}{b_n^\beta} + \ldots.$$

On a

$$|f'(z)| \leq \frac{R}{\rho}[\psi(\rho^\beta)]^{\frac{1}{\beta}}, \qquad |z| \leq \rho < 1.$$

La limite supérieure est atteinte pour la fonction $f_0(z)$ telle que

$$f'_0(z) = \frac{R}{[\psi(\rho^\beta)]^{\frac{1}{\alpha}}} \frac{\psi(\rho^{\beta-1} z)}{z}.$$

Par exemple, pour $\alpha = 2$, $b_n = 1$, on a

$$|f'(z)| \leq R\sqrt{\frac{(1+\rho^2)^2}{(1-\rho^2)^3}},$$

$$f_0(z) = a + R\sqrt{\frac{(1-\rho^2)^3}{1+\rho^2}} \frac{z}{(1-\rho z)^2}.$$

Pour $\alpha = 2$, $b_n = \sqrt{n}$, on a

$$|f'(z)| \leq \frac{R}{1-\rho^2},$$

$$f_0(z) = a + R(1-\rho^2)\frac{z}{1-\rho z}.$$

5. Soit $f(z)$ une fonction holomorphe dans le cercle-unité. Posons

$$\sum_{n=1}^{\infty} |a_n|^\alpha b_n^\alpha = R^\alpha$$

en supposant R fini.

Si l'on considère une famille de fonctions $f(z)$, *elle est normale si aucune fonction limite de l'ensemble des fonctions $f(z)/R$ n'a de zéro dans le cercle; elle est quasi normale si aucune fonction limite de cet ensemble n'est identiquement nulle*, par exemple si $f(z)$ remplit, la condition

$$|f(0)| = |a| \geq \lambda R,$$

λ désignant un nombre positif fixe.

Cette condition étant supposée remplie, *la famille des fonctions $f(z)$ admet un noyau de normalité :* elle est normale dans un cercle de centre origine et de rayon δ que l'on peut calculer de la manière suivante.

Si $\varphi(1) \leqq \lambda^\beta$, on peut prendre $\delta = 1$. Si $\varphi(1) > \lambda^\beta$, δ est la racine de l'équation

$$\varphi(\delta^\beta) = \lambda^\beta.$$

Cette limite est exacte et atteinte pour la famille de fonctions

$$f_p(z) = p[\varphi(\delta^{\beta-1}z) - \varphi(\delta^\beta)] \quad (p = 1, 2, \ldots),$$

pour laquelle

$$f_p(0) = a = -\lambda R.$$

Par exemple, pour $\alpha = 2$, $b_n = 1$, $\delta = \frac{\lambda}{\sqrt{1+\lambda^2}}$. Pour $\alpha = 2$, $b_n = \sqrt{n!}$, $\delta = \log\sqrt{1+\lambda^2}$ si λ est inférieur à $\sqrt{e-1}$; $\delta = 1$, si λ est supérieur ou égal à $\sqrt{e-1}$.

CHRONOMÉTRIE. — *Sur l'usage périodique d'une heure d'hiver et d'une heure d'été.* Note de M. **Ernest Esclangon**.

Midi, le midi de nos montres devrait logiquement, par son appellation même, marquer le milieu du jour. C'est impossible pour deux raisons : d'abord à cause de l'usage d'une heure unique pour la France et même pour l'Angleterre, alors que, précisément, le milieu du jour s'y produit à des instants différents; qu'entre Nice et Brest, par exemple, la différence atteint 47 minutes; ensuite parce que le Soleil ne se déplace pas régulièrement dans le ciel, l'amplitude des écarts, au cours de l'année, dépassant 30 minutes. Pour adapter l'heure de nos horloges au mieux de la vie quotidienne, il faut donc s'en remettre à des compromis, et c'est sur les modalités de ces compromis que peuvent porter les discussions.

Psychologiquement, et eu égard à nos habitudes, nous nous laissons guider par l'heure de nos montres sans trop nous soucier de sa signification astronomique. Pour nous, la *matinée* est comprise entre l'heure de notre lever et midi de nos montres; l'*après-midi* entre midi et l'heure de notre dîner. Pour les habitants des villes, ces heures sont consacrées par des habitudes invétérées, sans considération précise du jour défini par la marche du Soleil.

Matinée et soirée sont ainsi fort inégales, car si, pour un très grand nombre de personnes, la matinée commence à 7 heures, par exemple, donc cinq heures avant midi, l'après-midi se termine à 8 heures, avec une durée de trois heures plus longue que la matinée. Ne parlons pas des populations rurales dont les seuls guides sont bien vraiment, en toute saison, la naissance et la fin du jour.

Le choix du midi de nos montres qui, dans les villes, règle si étroitement les habitudes, étant de toute façon conventionnel, la fixation doit en être réglée au mieux des commodités et des intérêts du plus grand nombre. Ici se pose la question préjudicielle des discontinuités à consentir dans l'heure adoptée et correspondant aux brusques changements semi-annuels. Nul doute qu'elles entraînent, au moins temporairement, quelques difficultés regardées par certains comme sérieuses; toutefois nous n'insisterons pas sur ce côté de la question pour nous limiter à l'étude des dates auxquelles, si l'on admet des changements d'heure, ceux-ci doivent être logiquement effectués.

Dans le choix du midi conventionnel à adopter, en partant de ce principe que nos habitudes sont attachées aux heures marquées par nos montres, il faut considérer tout d'abord que les phases de nuit matinales, dans la période d'activité journalière, sont moins bien acceptées que les phases nocturnes de fin d'après-midi, mais il faut éviter aussi que le début de l'activité générale journalière, mettons 7^h du matin, soit précédé d'une phase inutilisée de jour, alors que l'après-midi se terminerait par une phase importante de nuit. En plein été, la durée du jour est telle qu'elle déborde toujours largement sur la période d'activité quotidienne et, quel que soit le choix de l'heure, dans des limites convenables, une telle circonstance n'est pas à craindre. Par contre, en hiver et moyenne saison, la nuit a tendance à empiéter matin et soir sur la journée active, et il faut choisir sur l'importance relative qu'on veut ou qu'on peut donner à ces empiètements.

Mais considérons les mois d'*octobre* et de *mars*, au cours desquels, conformément à la loi du 24 mai 1923, il est habituellement fait usage de l'heure d'hiver, heure correspondant, comme on sait, au temps solaire moyen de Greenwich. Le 1er mars, à Paris, le jour naît à 6^h du matin pour se terminer à 18^h. Pour le plus grand nombre, dans les villes, une heure de clarté est ainsi perdue le matin, alors que l'après-midi se termine après plus d'une heure de nuit. Avec l'heure d'été, ces heures, entre lesquelles il fait effectivement jour, deviendraient 7^h et 19^h, correspondant beaucoup mieux à la période d'activité générale. Il y aurait donc un intérêt manifeste à faire usage, *déjà à cette date du 1er mars*, de l'heure d'été. Prenons de même le 1er novembre; compté en heure d'hiver, le jour débute, à Paris, à 6^h également, pour finir à 17^h. Avec l'heure d'été, ces heures deviennent 7^h et 18^h [1]. Il y aurait donc le même intérêt à faire usage, *encore à cette date*, de l'heure d'été.

---

[1] Dans ces données horaires, il est tenu compte de l'aube et du crépuscule.

On peut remarquer que si, aux dates des 1er novembre et 1er mars, le jour se lève

Dans ces deux cas, sans nuire en rien aux commodités matinales *du plus grand nombre*, puisque le jour commencerait à 7 heures au lieu de 6, *pour tous*, sans exception, il y aurait gain d'une heure de jour supplémentaire en fin d'après-midi et par suite, en plus d'un agrément accru, économie générale d'une heure d'éclairage.

On peut dire, en définitive, que les mois de mars et d'octobre sont précisément les plus *sensibles* et les plus avantageux au point de vue de l'usage de l'heure d'été, parce que la durée du jour, et celle de l'activité journalière y sont sensiblement égales et que l'heure d'été permet précisément de les faire cadrer mutuellement, au mieux des commodités et des intérêts économiques. C'est même en ces périodes de transition, entre les saisons extrêmes d'hiver et d'été, que l'heure d'été peut conduire aux économies les plus certaines et les plus étendues.

Si l'on admet le principe des *changements périodiques d'heure*, *c'est donc aux environs du* 1er *mars et du* 1er *novembre qu'ils doivent être normalement opérés* et non aux environs du 1er avril et du 1er octobre, ainsi qu'il résulte de la loi du 24 mai 1923. Sans doute, quelques écarts à ces données se manifestent vis-à-vis des diverses régions, en raison des différences de longitude et latitude, mais elles ne sont pas de nature à modifier l'essentiel de ces conclusions. Logiquement, c'est pendant 8 mois, et non pas seulement 6, qu'il conviendrait de faire usage de l'heure d'été. Ces conditions, déjà impératives en temps de paix, prennent une importance exceptionnelle en temps de guerre. Par l'obscurité qui règne la nuit dans les villes, elles donnent encore plus de prix aux heures de jour qu'on peut inclure ainsi dans la période d'activité quotidienne.

Si, enfin, devant les inconvénients de discontinuités dues aux changements d'heure, on devait juger désirable de s'en tenir à une heure unique, valable pendant l'année entière, il ne serait pas absolument déraisonnable de choisir pour celle-ci l'heure dite d'été; la phase de nuit matinale assez importante qui en résulterait en hiver ne gênerait qu'une fraction limitée de la population, alors que le gain d'une heure de jour l'après-midi intéresserait la population tout entière.

(à Paris) à la même heure, il se termine une heure plus tôt le 1er novembre. Mais précisément à cause de la tendance à préférer, dans la période d'activité quotidienne, une phase nocturne en fin d'après-midi à une phase nocturne le matin, il y a lieu, en octobre comme en mars, d'adopter l'heure d'été, ce qui, à ces époques, place le début de l'activité matinale à la naissance du jour.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Le jaunissement automnal des feuilles de Betterave.* Note de M. **Henri Colin** et M[lle] **Simone Lemoyne**.

Le jaunissement des feuilles à l'automne a fait l'objet d'un grand nombre de recherches. L'attention s'est portée tout d'abord sur les arbres à feuilles caduques où le phénomène revêt une telle ampleur; les physiologistes (Combes, Echevin, Michel-Durand) ont étudié de près les changements qui se produisent à l'arrière-saison dans la composition de la feuille : abaissement du taux de l'azote et des cendres, solubilisation partielle de l'azote et du phosphore protidiques.

Rien de tel ne se voit dans les feuilles persistantes tant quelles restent en parfait état; mais elles ne sont pas éternelles et, sitôt qu'elles se mettent à pâlir, elles deviennent le siège de modifications chimiques analogues à celles qu'on observe dans les feuilles caduques.

Pour les plantes telles que la Betterave, le bouquet foliaire, sauf invasions parasitaires, sécheresse ou gelée, est bien conservé au début de l'automne; néanmoins les feuilles de la périphérie, les plus anciennes par conséquent et les plus développées, commencent à jaunir, plus ou moins suivant les conditions climatiques; le parenchyme s'épaissit et devient cassant. Il n'y a pas de mécanisme préposé à la chute de ces feuilles, même flétries elles restent attachées au collet. Voici leur composition en fin de saison, les unes encore vertes, les autres presque complètement décolorées.

		Parenchyme foliaire.	
		Vert.	Jaune.
Sec		17,4	18,6
Glucides % du sec	sucres réducteurs	4,36	9,65
	saccharose	4,03	4,03
	total	8,39	13,68
N organique % du sec	soluble	1,15	0,81
	insoluble	2,85	1,52
	total	4,00	2,33
N soluble : N insoluble		0,41	0,53
P % du sec	soluble	0,118	0,101
	insoluble	0,145	0,089
	total	0,263	0,190
P soluble : P insoluble		0,81	1,13

		Parenchyme foliaire. Vert.	Jaune.
Cendres % du sec	solubles	9,9	8,2
	insolubles	4,8	5,0
	totales	14,7	13,3
Cendres solubles : Cendres insolubles		2,1	1,6
Alcalinité % du sec (en cm³ de liqueur normale)	soluble	94	70,5
	insoluble	112	102,5
	totale	206	173
Alcalinité soluble : Alcalinité insoluble		0,83	0,68

Les feuilles vertes de la périphérie n'offrent déjà plus la composition des feuilles moins âgées prélevées à la même époque. Celles-ci ont en moyenne 15 % de sec, 7 % de sucres, 17 % de cendres, 5 % d'azote dont la majeure partie insoluble.

Les glucides solubles des feuilles jaunes sont un mélange de saccharose et de sucre interverti dans la proportion de 1 à 2 environ. L'amidon est parfois abondant, mais ce n'est pas la règle absolue, tant s'en faut; à cet égard l'influence des conditions climatiques est prépondérante.

Avec la richesse en sucre, le trait le plus caractéristique du parenchyme foliaire décoloré est sa faible teneur en azote organique, relativement aux feuilles normales. On ne voit pas d'autre explication que la migration vers la racine. L'augmentation si nette du rapport N soluble/N insoluble en est l'indice, la preuve directe en est fournie, pour peu que le jaunissement se généralise, par la teneur élevée de la souche en azote soluble, d'où le dégagement insolite d'ammoniaque au chaulage et l'abondance des sels de chaux dans les jus épurés.

Les vicissitudes du phosphore organique sont analogues à celles de l'azote.

Les feuilles jaunes laissent moins de cendres que les vertes, l'écart peut être de 5 à 6 points dans les cas extrêmes. Le déficit porte sur les cendres solubles, non seulement sur les sels minéraux mais sur les organates. Le rapport de l'alcalinité soluble à l'insoluble tombe ainsi au-dessous de l'unité alors qu'il atteignait 3 ou 4 auparavant. La migration des sels de potasse ne paraît pas douteuse; comme celle de l'azote elle précède le jaunissement et l'accumulation des sucres dans le limbe.

Pour certains phytopathologues les feuilles décolorées sont atteintes de *jaunisse*, maladie à virus propagée par les pucerons et dont l'un des effets serait d'abolir la migration des principes vers la racine par oblitération des

canaux libériens, la concentration des sucres entraînant la dégénérescence des chloroplastes.

Faudrait-il en dire autant d'autres plantes, Carotte, Topinambour, Soleil annuel, que ne visitent pas les pucerons et dont les feuilles jaunissent à l'automne en présentant, à des degrés divers, les caractères que nous venons d'observer sur les feuilles de Betterave?

Quoi qu'il en soit, les glucides présents dans ces feuilles n'en sortiront plus, vu la défaillance du pétiole; ils sont perdus pour la souche et ne peuvent que devenir la proie des microorganismes. C'est ce qui explique qu'un effeuillage judicieux nuise relativement peu au rendement de la Betterave; Claude Bernard fit grand cas de cet argument dans la querelle académique qui le mit aux prises avec Duchartre et les botanistes à propos de la genèse du sucre dans la racine (1875).

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un dosage de l'acide hippurique par colorimétrie.* Note de M. **Georges Denigès.**

Dans le cours de recherches entreprises pour étudier la répartition, dans l'organisme, de l'acide hippurique formé par ingestion d'acide benzoïque ou de ses dérivés salins, j'ai d'abord essayé d'établir un procédé certain et quasi spécifique pour la diagnose et le dosage du premier de ces acides, en présence du second. C'est le résultat de ces essais que je fais ici connaître.

J'ai montré jadis ([1]), mais sommairement, que cette diagnose se faisait fort bien à l'aide de l'hypobromite de sodium qui, sans action apparente sur l'ion benzoïque, même à chaud, disloquait d'abord la molécule hippurique en un tronçon acétique et benzamidique, puis, agissant comme bromurant ([2]), sur ce dernier, le transformait en benzamide bromée, très peu soluble, se présentant, dans le liquide d'épreuve, sous forme d'un précipité rouge Kermès, perceptible avec de faibles quantités d'ion hippurique ([3]).

([1]) *Comptes rendus*, 107, 1888, p. 163; *Soc. Pharm. de Bordeaux*, 1888, p. 325.

([2]) Ainsi que cela se passe dans l'action de l'hypobromite de sodium sur l'acétone, par exemple.

([3]) La benzamide, en solution alcaline, traitée par l'hypobromite de sodium, donne d'ailleurs les mêmes résultats que l'acide hippurique, mais bien plus rapidement (quelques secondes, à peine, d'ébullition) que cet acide. Cette différence résulte de ce que celui-ci exige, à l'encontre de l'amide, une rupture moléculaire préalable avant que puisse intervenir la réaction benzamidique, d'où une sorte de *temps perdu* pour arriver à la formation du dérivé bromé.

Une odeur caractéristique de benzonitrile, résultant de la déshydratation de traces de la benzamide, d'abord formée, est en même temps perçue.

Dans mes essais actuels, j'ai constaté que la réaction se faisait plus régulièrement et plus complètement au bain-marie bouillant (5 à 10 minutes) que par ébullition directe à la flamme, et qu'un trouble très sensible, suivi au bout de 15 à 20 minutes d'un précipité rouge, s'obtenait très aisément même avec une solution alcaline d'acide hippurique ne renfermant pas plus d'un gramme, de ce composé, par litre. Il suffit, pour cela, de mélanger et porter au bain-marie bouillant, dans un tube, 5^{cm^3} de cette solution et 2^{cm^3} d'hypobromite de sodium récent préparé par mélange de 10^{cm^3} de solution d'hydroxyde de sodium (du titre dit : lessive des savonniers), de 20^{cm^3} d'eau et de 1^{cm^3} de brome.

Un trouble léger, mais très net, s'observe encore en réduisant à moitié la teneur du liquide en acide hippurique ($0^g,50$ par litre).

L'utilisation de ce caractère, dont la mise en évidence est extrêmement commode et sûre, pour distinguer les ions benzoïque et hippurique, ne se prête guère au dosage de ceux-ci.

Au contraire, une propriété, que j'ai tout récemment découverte, de la benzamide bromée d'être soluble, en les colorant proportionnellement à sa masse, dans un grand nombre de solvants non miscibles à l'eau, quand on agite avec eux ses suspensions aqueuses, m'a permis de réaliser un mode de dosage, très facile à appliquer et exact, du dernier de ces ions.

Les principaux de ces solvants sont les suivants :

a. Solvants plus lourds que l'eau. — Chloroforme, tétrachlorure de carbone, sulfure de carbone, éthane tétrachloré.

b. Solvants moins lourds que l'eau. — Benzène, toluène, xylène, oxyde d'éthyle, alcool isobutylique, alcool isoamylique.

Parmi les premiers, le chloroforme se prête particulièrement à ces déterminations et l'oxyde d'éthyle, parmi les seconds.

En opérant, ainsi qu'il a été dit plus haut, sur 5^{cm^3} de solution hippurique, puis en agitant fortement, pendant au moins une demi-minute, le produit de la réaction réalisée à l'aide de l'hypobromite, avec soit 1^{cm^3} de chloroforme, soit $1^{cm^3},5$ d'éther (pour tenir compte de la solubilité de ce véhicule dans l'eau), puis laissant reposer pendant quelques instants, on obtient, avec l'un, une couche sous-jacente d'une teinte rappelant celle des dichromates alcalins; avec l'autre, et en surface, un anneau coloré de même nuance.

Dans les deux cas une coloration faiblement rosée est encore perceptible lorsque la dose d'acide hippurique s'abaisse jusqu'à $0^g,20$ par litre.

La présence d'un très grand excès d'ion benzoïque ne trouble, en rien, les résultats.

Comme application de ces données, on peut, par comparaison avec des solutions titrées d'acide hippurique traitées dans des conditions identiques à celles des produits à doser et en faisant varier, suivant les cas étudiés, d'une part la quantité des liquides renfermant l'acide amidé et, proportionnellement, celle de l'hypobromite; d'autre part, le volume du solvant non miscible à l'eau, effectuer, à l'aide du chloroforme, notamment, d'excellents dosages, d'ion hippurique, mélangé ou non à l'ion benzoïque.

Les hypochlorites alcalins, utilisés dans les mêmes conditions que les hypobromites, donnent aussi, avec l'ion hippurique, un dérivé chlorobenzamidé, coloré, parallèle à celui que fournissent ces derniers, soluble comme lui dans les mêmes solvants, mais avec une teinte tirant plutôt vers le jaune.

Il convient d'ajouter, toutefois, que la réaction fournie par les hypochlorites est bien moins sensible que celle que produisent les hypobromites et ne peut être employée utilement pour le dosage qui nous occupe ici.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'hérédité chez les descendants du Topinambour greffé.* Note de M. **Lucien Daniel.**

Au cours de cette année, j'ai pu, grâce à la subvention que m'a accordée l'Académie des Sciences sur la fondation Loutreuil, étudier la 10[e] génération de l'*Helianthus tuberosus Dangeardi* et la comparer avec les générations précédentes. Mes semis ont fourni 431 germinations qui ont été plantées à un mètre de distance en tous sens. J'ai observé, comme à l'ordinaire, une variété considérable des pieds dont aucun ne se ressemblait comme précocité, développement de l'appareil végétatif ou de l'appareil reproducteur. Entre la grandeur des tiges, des feuilles, leur forme et leur coloris, il y avait tous les passages comme aussi dans les caractères de l'inflorescence qui manquait parfois ou avait pris un développement considérable.

Ce qu'il y a eu de plus remarquable, c'est l'héritage, à des degrés divers, des caractères nouveaux apparus à la suite de la lutte pour la vie chez l'ancêtre greffé sur Soleil annuel. 40 exemplaires portaient des tubercules aériens, des rhizomes aériens ou des racines aériennes adventives en forme de moignons. Presque tous présentaient en même temps des

anneaux de parenchyme de réserve à la base d'insertion des rameaux sur la tige principale. Ces pieds modifiés étaient en général colorés en brun violacé noirâtre, couleur que je n'ai pas observée sur leur ancêtre non greffé, mais qui était apparue chez les Topinambours greffés. On peut donc considérer ces caractères *nouveaux* comme *acquis*, d'autant plus qu'ils se conservent par multiplication végétative (tubercules souterrains) chez l'*Helianthus Dangeardi* et ses dérivés des 9 générations antérieures, ainsi que chez les *Helianthus tuberannuus*.

Les dégénérescences par l'action du greffage se manifestent plus ou moins vite suivant les espèces de plantes, leur vitalité relative, la durée de leur vie et aussi le mode de vie qui leur est imposé. Chez le Topinambour greffé, elles ont été rapides; plus lentes sont celles des Pommiers en Bretagne, des Pruniers d'ente dans l'Agenais, des variétés d'Ormes greffés dans l'Ouest; enfin les plus lentes ont été celles des Châtaigniers greffés dans les Cévennes et dans l'arrondissement de Redon en Bretagne. Mais la cause est la même. Comme je l'écrivais en 1894 (1) : « C'est, à mon avis, dans les rapports si modifiés par la greffe (chez les symbiotes) qu'il faut chercher la solution de plus d'une question qui préoccupe à juste titre notre Agriculture ».

Si l'on avait prévu cette action lente du greffage, on aurait réalisé ce que j'ai réclamé après Knight pour les arbres fruitiers greffés, c'est-à-dire on aurait fait des assolements de longue durée et gardé des espaces suffisamment grands de terrains vierges pour alterner les cultures. On aurait un peu partout établi des champs de conservation de nos variétés fruitières (vignes etc.), sortes de musées horticoles où l'on aurait pris des boutures pures et des greffons non dégénérés. Mes conseils ont été suivis depuis, surtout à l'étranger où l'on se préoccupe beaucoup aujourd'hui du *choix rationnel* des épibiotes (greffon) et des hypobiotes (sujets) ainsi que des greffages *améliorants* ou *détériorants* dont j'ai signalé l'existence au début de mes recherches sur la greffe, à une époque où seule l'amélioration était admise.

D'autres faits curieux, jusqu'ici très exceptionnels, se sont révélés plus fréquents. Ils concernent les monstruosités de l'appareil végétatif et de l'appareil reproducteur (tiges, feuilles et akènes fasciés) qui se maintiennent par plantation des tubercules souterrains; les changements de résistance au *Sclerotia Fuckeliana* qui a été très rarement constaté dans la

---

(1) Lucien Daniel, *Revue des Sc. nat. de l'Ouest*, 1894, nos 2 et 3, p. 89.

moelle des tiges de Tobinambours non greffés; enfin les singulières dégénérescences des feuilles qui deviennent frisées et crispées à la façon des pommes de terre atteintes de frisolée ou de la vigne atteinte de court-noué.

L'attaque du *Sclerotia* s'est montrée jusqu'ici sur trois variétés; l'*Helianthus tuberosus monstruosus*, à feuilles groupées comme celles de l'Eupatoire; l'*Helianthus tuberosus nanus*, à fleurs de *Silphium*, qui a pour la première fois fourni une tige fasciée, et l'*Helianthus tuberannuus longifolius*. Quelques pieds seulement ont été atteints, et il sera facile de les préserver par des soins appropriés.

Ces variations de résistance et ces dégénérescences viennent à l'appui des observations de Knight sur la dégénérescence des variétés fruitières par la greffe, et des miennes sur la dégénérescence des vignes greffées que j'ai prédite en 1901 et qui se réalise aujourd'hui sous l'action du court-noué et de la lutte pour la vie entre les associés.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

L'Anoxémie. Ses effets — son traitement. L'Oxygénothérapie par Léon Binet, Madeleine Bochet et M. V. Strumza.

M[mes] V[ve] **Edmée Chandon, Henri Heldt, Étienne Vassy**;
M[lles] **Berthe Aggéry, Suzette Gillet, Catherine Veil**;
MM. **René Bernard, Alfred Boquet, Marcel Brelot, Georges Bruhat, Samuel Buchet, Louis Cartan, Pierre Châtelain, Raymond Chevalier, Raymond Cornubert, Pierre David, Jean Dunan, René Hérou, Pierre-Charles Huët, Raymond Jacquot, Paul Jaeger, Raymond Jouaust, Antoine Lacassagne, Albert F. de Lapparent, Marc de Larambergue, Robert Lateulade, Marcel Lefèvre, Pierre Lépine, Constantin Levaditi, Louis-Victor Liotard, Jean Margarot, Albert Michel-Lévy, Georges Mignonac, Léon Palfray, Marcel Picard, Camille Raveau, Yves Rocard, Georges Schaeffer, Jean Terracol, Albert Toussaint, Jean Vague, Georges Valiron, Étienne Vassy, Max Vauthey, Léon Velluz, Daniel Vincent** adressent des remercîments pour les distinctions accordées à leurs travaux.

MM. **Fernand Baldet**, **Félicien Bœuf**, **Hans Halban**, **Lew Kowarski**, **Pierre Laurent**, **François Maignon**, **Jules Rouch**, **Marcel Véron**, le Président de l'**Association française pour l'avancement des sciences**, le Directeur du **Bureau d'études géologiques et minières coloniales**, le Colonel Commandant l'**École polytechnique** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été attribuées pour leurs recherches, leurs publications ou leurs bibliothèques.

Mme Veuve **Xavier Léon** adresse également des remercîments.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions convexes.* Note de M. **Szolem Mandelbrojt**, transmise par M. Jacques Hadamard.

J'indique dans cette Note une formule générale qui caractérise les fonctions convexes. Une fonction, définie dans un intervalle I, est dite convexe si, pour trois valeurs x_1, x_2, $x_3 (x_1 < x_2 < x_3)$ de cet intervalle, on a

$$f(x_2) \leqq \frac{x_3 - x_2}{x_3 - x_1} f(x_1) + \frac{x_2 - x_1}{x_3 - x_1} f(x_3).$$

Nous supposons, pour simplifier, que l'intervalle I est la droite entière, et nous démontrons le théorème suivant :

Théorème. — *Toute fonction $f(x)$ de la forme*

$$f(x) = \overline{\underset{-\infty < t < \infty}{\text{borne}}} [xt - \varphi(t)], \tag{1}$$

où $\varphi(t)$ est une fonction quelconque, définie sur la droite entière $(-\infty < t < \infty)$, est une fonction convexe. Réciproquement : quelle que soit la fonction convexe $f(x)$, il existe une fonction $\varphi(t)$ telle que la relation (1) ait lieu ; on peut, en particulier, poser

$$\varphi(t) = \overline{\underset{-\infty < x < \infty}{\text{borne}}} [xt - f(x)]. \tag{2}$$

A chaque fonction convexe $f(x)$ correspond donc une autre fonction convexe, $\varphi(t)$ qu'on peut appeler la fonction convexe *associée* à $f(x)$, et qui est liée à celle-ci par la double relation (1) et (2).

Démonstration. — La première partie du théorème est presque évidente. En effet, soit $\varphi(t)$ une fonction quelconque. On a, pour les valeurs x_1, x_2, x_3 $(x_1 < x_2 < x_3)$ et pour une valeur t fixe quelconque, en posant

$F_t(x) = xt - \varphi(t)$;

$$F_t(x_2) = \frac{x_3 - x_2}{x_3 - x_1} F_t(x_1) + \frac{x_2 - x_1}{x_3 - x_1} F_t(x_3);$$

d'où

$$f(x_2) = \overline{\text{borne}}_{-\infty < t < \infty} F_t(x_2) \leq \frac{x_3 - x_2}{x_3 - x_1} \overline{\text{borne}}_{-\infty < t < \infty} F_t(x_1) + \frac{x_2 - x_1}{x_3 - x_1} \overline{\text{borne}}_{-\infty < t < \infty} F_t(x_3)$$

$$= \frac{x_3 - x_2}{x_3 - x_1} f(x_1) + \frac{x_2 - x_1}{x_3 - x_1} f(x_3).$$

Pour démontrer la suite il faut prouver que, quelle que soit la fonction convexe $f(x)$, on a

$$(3) \qquad f(x) = \overline{\text{borne}}_{-\infty < t < \infty} \left\{ xt - \overline{\text{borne}}_{-\infty < \tau < \infty} [t\tau - f(\tau)] \right\}.$$

Or on a d'une part, quelle que soit la valeur de t,

$$xt - \overline{\text{borne}}_{-\infty < \tau < \infty} [t\tau - f(\tau)] \leq xt - xt + f(x) = f(x);$$

le premier membre de (3) n'est donc pas inférieur au second membre.

On sait d'autre part qu'en chaque point x, la dérivée à droite $f'_+(x)$ existe, et l'on peut, évidemment, écrire

$$(4) \qquad \overline{\text{borne}}_{-\infty < t < \infty} \left\{ xt - \overline{\text{borne}}_{-\infty < \tau < \infty} [t\tau - f(\tau)] \right\} \geq x f'_+(x) - \overline{\text{borne}}_{-\infty < \tau < \infty} [\tau f'_+(x) - f(\tau)].$$

Or on a

$$\overline{\text{borne}}_{-\infty < \tau < \infty} [\tau f'_+(x) - f(\tau)] = x f'_+(x) - f(x),$$

car d'une part, le premier membre de cette égalité à démontrer n'est pas inférieur au second, et d'autre part, on a

$$\tau f'_+(x) - f(\tau) \leq x f'_+(x) - f(x),$$

quel que soit τ, du fait que

$$f'_+(x) \leq \frac{f(\tau) - f(x)}{\tau - x}, \qquad f'_+(x) \geq \frac{f(\tau) - f(x)}{\tau - x},$$

suivant que $\tau > x$, ou $\tau < x$.

L'inégalité (4) devient ainsi

$$(5) \qquad \overline{\text{borne}}_{-\infty < t < \infty} \left\{ xt - \overline{\text{borne}}_{-\infty < \tau < \infty} [t\tau - f(\tau)] \right\} \geq x f'_+(x) - x f'_+(x) + f(x) = f(x),$$

et notre théorème est complètement démontré.

Nous croyons ce résultat nouveau, mais les circonstances actuelles ne nous permettent pas de nous en assurer.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les singularités des fonctions analytiques définies par des séries de Dirichlet.* Note de M. **Carlos Biggeri**, présentée par M. Paul Montel.

Dans cette Note je démontre un théorème sur les singularités des séries de Dirichlet remplaçant le théorème II de ma Note du 4 janvier 1937, page 32.

Théorème. — *Si les deux conditions suivantes sont vérifiées :*

1° *la partie réelle du coefficient a_n de la série de Dirichlet*

(1) $$\sum_{n=0}^{\infty} a_n e^{-\lambda_n z} \qquad (z = x + iy)$$

n'est pas négative;

2° *la valeur principale de l'argument, φ_n, de a_n (pour $a_n \neq 0$) est telle que*

(2) $$\lim_{n \to \infty} \sqrt[\lambda_n]{\cos \varphi_n} = 1;$$

le point réel de la droite de convergence de la série (1) est singulier pour la fonction analytique définie par cette série.

Démonstration. — Appelons $a'_n \geqq 0$ la partie réelle de a_n, C l'abscisse de convergence simple de (1), C′ l'abscisse de convergence de

(3) $$\sum_{n=0}^{\infty} a'_n e^{-\lambda_n z},$$

C″ l'abscisse de convergence absolue de (1), $f(z)$ et $g(z)$ les fonctions analytiques définies par (1) et (3), respectivement. Prenons arbitrairement un z_0 tel que $\mathcal{R}(z_0) = x_0 > C'$, *égalité exclue*, et posons $x_1 = 1/2(x_0 + C')$. Etant donné un nombre arbitraire $\varepsilon > 0$, il existe un $n_0 = n_0(\varepsilon)$ tel que, pour $q > p \geqq n_0$, on ait

(4) $$\sum_{n=p}^{q} a'_n e^{-\lambda_n x_1} < \varepsilon.$$

En vertu de la condition

(2) $$\lim_{n \to \infty} \sqrt[\lambda_n]{\cos \varphi_n} = 1,$$

et de $a'_n \geqq 0$, il existe un $n_1 = n_1(x_0 - x_1)$ tel que pour $n \geqq n_1$, on ait

(5) $$\cos \varphi_n > e^{-(x_0 - x_1)\lambda_n}.$$

D'après (4) et (5), pour $q > p \geqq n_1 + n_0$, on a

$$\sum_{n=p}^{q} |a_n e^{-\lambda_n z_0}| = \sum_{n=p}^{q} \frac{a'_n}{\cos\varphi_n} e^{-\lambda_n x_0} \leqq \sum_{n=p}^{q} a'_n e^{-\lambda_n x_1} < \varepsilon,$$

c'est-à-dire que la série (1) converge absolument pour $z = z_0$, d'où

(6) $$C'' \leqq C'.$$

Pour toute série de Dirichlet, on a

(7) $$C' \leqq C \leqq C''.$$

De (6) et (7) on tire

(8) $$C' = C = C''.$$

D'autre part, on a

(9) $$|f^{(m)}(C+1)| \geqq |g^{(m)}(C+1)|,$$

en vertu d'un théorème de Landau (1); d'après (8) et $a'_n \geqq 0$, on voit que le point $z = C$ est singulier pour $g(z)$; de ceci et (9), on déduit : le rayon de convergence de la série

$$\sum_{m=0}^{\infty} (z - C - 1)^m \frac{f^{(m)}(C+1)}{m!}$$

est l'unité. Donc le théorème est prouvé.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur la variation de la fonction de Green de domaines plans quelconques.* Note de M. **Menahem Schiffer**, présentée par M. Paul Montel.

Soit $\mathcal{E}$ un ensemble borné et fermé dans le plan z avec un diamètre transfini $d(\mathcal{E}) > 0$. La fonction

(1) $$z^* = z + \varepsilon e^{i\varphi}(z - z_0)^{-1}, \qquad \varepsilon > 0, \qquad 0 \leqq \varphi \leqq 2\pi, \qquad z_0 \not\subset \mathcal{E}$$

est univalente et holomorphe dans tout domaine fermé $\mathcal{D}$ contenant $\mathcal{E}$ mais ne contenant pas z_0, pourvu que $\varepsilon = \varepsilon(\mathcal{D}, z_0, \varphi)$ soit suffisamment petit; elle transforme $\mathcal{E}$ en un ensemble $\mathcal{E}^* = \mathcal{E}^*(\varepsilon, \varphi, z_0)$ dans le plan z^* avec les mêmes propriétés. Sur $\mathcal{E}^*$ choisissons les suites $\{z_\nu^{*(n)}\}$ donnant le maximum des produits $\Pi |a_\nu^* - a_\mu^*| (1 \leqq \nu < \mu \leqq n)$, a_ν^* variant sur $\mathcal{E}^*$. Considérons les

(1) *Mathematische Annalen*, 61, 1905, p. 1.

polynomes $t_n(z^\star)=(z^\star-z_1^{\star(n)})\ldots(z^\star-z_n^{\star(n)})$ et leurs modules maxima $\mu_n^\star$ sur $\mathcal{E}^\star$; les lemniscates $\mathcal{L}_n^\star$, définies par $|t_n(z)|=\mu_n^\star$, convergent vers $\mathcal{E}^\star$, c'est-à-dire ([1]) que $\widetilde{\mathcal{E}}^\star$ est le noyau des $\widetilde{\mathcal{L}}_n^\star$ au sens de M. Carathéodory ([2]). Dans le plan z, on a des courbes analytiques $\mathcal{L}_n$ convergeant vers $\mathcal{E}$ et correspondant aux $\mathcal{L}_n^\star$ selon (1).

Considérons les fonctions

$$(2)\qquad g_n^\star(z^\star;\infty)=\frac{1}{n}\log\{|z^\star-z_1^{\star(n)}|\ldots|z^\star-z_n^{\star(n)}|\}-\frac{1}{n}\log\mu_n^\star,$$

définies pour tout $z^\star$ et représentant dans $\widetilde{\mathcal{L}}_n^\star$ les fonctions de Green de ces domaines avec le pôle logarithmique à l'infini. Pour $n\to\infty$ ils convergent dans $\widetilde{\mathcal{E}}^\star$ vers la fonction de Green $g^\star(z^\star;\infty)$ de ce domaine ([3]). De même convergent les fonctions de Green $g_n(z;\zeta)$ de $\widetilde{\mathcal{L}}_n$ avec le pôle logarithmique en $\zeta\subset\widetilde{\mathcal{L}}_n$ vers la fonction de Green $g(z;\zeta)$ de $\widetilde{\mathcal{E}}$ avec le même pôle.

La fonction $g_n^\star[z+\varepsilon e^{i\varphi}(z-z_0)^{-1};\infty]=\gamma_n(z)$ est définie par (2) pour tout point z; elle a des pôles logarithmiques en $z=\infty$, $z=z_0$ et aux $2n$ points $z_\nu^{(n)}$, $z_\nu'^{(n)}$ obtenus à l'aide de (1) à partir des n points $z_\nu^{\star(n)}$. Aux deux premiers points, $\gamma_n(z)$ devient infini comme $\log|z|$ et $-\log|z-z_0|$; aux autres points, comme $1/n\log|z-z_\nu^{(n)}|$ et $1/n\log|z-z_\nu'^{(n)}|$. Un calcul élémentaire montre qu'on a

$$z_\nu^{(n)}=z_\nu^{\star(n)}+\varepsilon e^{i\varphi}[z_0-z_\nu^{\star(n)}]^{-1}+O(\varepsilon^2)\quad\text{et}\quad z_\nu'^{(n)}=z_0-\varepsilon e^{i\varphi}[z_0-z_\nu^{\star(n)}]^{-1}+O(\varepsilon^2).$$

Les points $z_\nu^{(n)}$ se trouvent près des $z_\nu^{\star(n)}$ et leur correspondent par (1), ils se trouvent donc sur $\mathcal{E}$; les $z_\nu'^{(n)}$ se trouvent près de z_0. Sur $\mathcal{L}_n$ on a $\gamma_n(z)=0$, car (1) transforme $\mathcal{L}_n$ en $\mathcal{L}_n^\star$. $\gamma_n(z)$ est une fonction harmonique et l'on a l'identité

$$(3)\qquad g_n^\star[z+\varepsilon e^{i\varphi}(z-z_0)^{-1};\infty]=g_n(z;\infty)+g_n(z;z_0)-\frac{1}{n}\sum_{\nu=1}^{n}g_n[z;z_\nu'^{(n)}]$$

pour $z\subset\widetilde{\mathcal{L}}_n$, la différence des deux membres étant harmonique et bornée dans ce domaine et s'annulant sur sa frontière.

Introduisons les fonctions analytiques $q_n(z;\zeta)$ et $q_n^\star(z^\star;\zeta^\star)$, déterminées

---

([1]) Par $\widetilde{\mathcal{A}}$ nous désignerons toujours le domaine complémentaire infini de $\mathcal{A}$ et par $\mathcal{A}\mathcal{B}$ le produit (la partie commune) des ensembles $\mathcal{A}$ et $\mathcal{B}$ du plan z.

([2]) M. FEKETE, *Math. Z.*, 37, 1933, p. 638, théorème II.

([3]) Ce théorème est dû à M. M. Fekete; la démonstration paraîtra bientôt. Par fonction de Green nous comprenons la notion généralisée; voir MYRBERG, *Acta Math.*, 61, 1933, p. 42.

à une constante imaginaire additive près et non nécessairement uniformes dans $\widetilde{\mathcal{L}}_n$ et $\widetilde{\mathcal{L}}_n^\star$, dont les parties réelles sont $g_n(z;\zeta)$ et $g_n^\star(z^\star;\zeta^\star)$. On a, grâce à la symétrie des fonctions de Green,

$$(4)\quad \mathcal{R}\{q_n^\star[z+\varepsilon e^{i\varphi}(z-z_0)^{-1};\infty]\}$$
$$=\mathcal{R}\left\{q_n(z;\infty)+q_n(z;z_0)-\frac{1}{n}\sum_{\nu=1}^{n}q_n[z_0-\varepsilon e^{i\varphi}(z_0-z_\nu^{\star(n)})^{-1}+O(\varepsilon^2);z]\right\},$$

$\mathcal{R}\{x\}$ désignant la partie réelle de x. L'application de la formule de Taylor fournit pour tout z dans $\widetilde{\mathcal{L}}_n.\widetilde{\mathcal{L}}_n^\star$ différent de z_0

$$(5)\quad \mathcal{R}\left\{q_n^\star(z;\infty)+\frac{\varepsilon e^{i\varphi}}{z-z_0}q_n^{\star\prime}(z;\infty)+O(\varepsilon^2)\right\}$$
$$=\mathcal{R}\left\{q_n(z;\infty)+q_n'(z_0;z)\varepsilon e^{i\varphi}\frac{1}{n}\sum_{\nu=1}^{n}\frac{1}{z_0-z_\nu^{\star(n)}}+O(\varepsilon^2)\right\},$$

en désignant par $q'(x;y)$ la dérivée $(\partial/\partial x)q(x;y)$.

Dans tout domaine fixe, les fonctions analytiques avec partie réelle non négative forment une famille normale, et l'on peut trouver une borne supérieure pour les $O(\varepsilon^2)$ dans (5), valable pour tout n et pour tout z d'un domaine fermé et fixe dans $\widetilde{\mathcal{E}}.\widetilde{\mathcal{E}}^\star$ qui ne contient pas z_0. On peut donc passer à la limite $n=\infty$, en se servant encore de l'identité

$$(6)\qquad \frac{1}{n}\sum_{\nu=1}^{n}\frac{1}{z_0-z_\nu^{\star(n)}}=q_n^{\star\prime}(z_0;\infty)$$

qui découle de (2). Désignons par $q(z;\zeta)$ et $q^\star(z;\zeta)$ des fonctions analytiques dans $\widetilde{\mathcal{E}}.\widetilde{\mathcal{E}}^\star$ avec les parties réelles $g(z;\zeta)$ et $g^\star(z;\zeta)$, $\zeta\subset\widetilde{\mathcal{E}}.\widetilde{\mathcal{E}}^\star$. On a

$$(7)\quad \mathcal{R}\{q^\star(z;\infty)\}=\mathcal{R}\{q(z;\infty)+\varepsilon e^{i\varphi}[q'(z_0;z)q^{\star\prime}(z_0;\infty)$$
$$-q^{\star\prime}(z;\infty)(z-z_0)^{-1}]+O(\varepsilon^2)\}.$$

De (7) découle $q^{\star\prime}(z;\infty)=q'(z;\infty)+O(\varepsilon)$ et l'on a *pour tout point z de $\widetilde{\mathcal{E}}$*

$$(8)\quad g^\star(z;\infty)=g(z;\infty)+\mathcal{R}\{\varepsilon e^{i\varphi}[q'(z_0;z)q'(z_0;\infty)$$
$$-q'(z;\infty)(z-z_0)^{-1}]\}+O(\varepsilon^2).$$

Cette formule donne la variation de la fonction de Green g du domaine $\widetilde{\mathcal{E}}$, restreint par la seule condition $d(\mathcal{E})>0$ (inévitable pour l'existence de g), si $\mathcal{E}$ est soumis à la déformation spéciale (1). Elle permet de calculer aussi cette variation pour toutes les déformations obtenues par composition de transformations de ce type.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. — *Déformation des membranes anéroïdes.* Note de M. **Fernand Charron**, présentée par M. Émile Jouguet.

La déformation des membranes circulaires ondulées utilisées dans les baromètres ou altimètres sous l'influence d'une différence de pression entre les deux faces est un phénomène extrêmement complexe.

On est tenté, pour expliquer le rôle des ondulations, de comparer la flexion d'une bande plane attachée aux extrémités, et d'une bande ondulée, qui s'allonge en accordéon, et fléchit incomparablement plus que la première.

En réalité cette explication tout à fait sommaire du rôle des cannelures est inexacte; il est nécessaire de préciser davantage la nature des efforts qui interviennent dans la flexion d'une membrane ondulée.

Sous l'effet d'une déformation, les cannelures circulaires ne peuvent pas s'étendre dans la direction du rayon. Au contraire on doit admettre que la circonférence moyenne de chaque flanc d'une cannelure conserve sa longueur et son rayon et, par conséquent, subit un petit déplacement vertical.

Soit $z = f(r)$ l'équation de la méridienne passant par les circonférences moyennes ci-dessus définies et supposées très rapprochées. L'élément dr, limité entre deux circonférences moyennes avant déformation, devient ensuite l'élément ds, ayant subi un allongement $ds - dr$ et un allongement relatif

$$\frac{ds - dr}{dr} = \frac{z'^2}{2}$$

pour de petites déformations.

A cet allongement relatif correspondent des déformations et des efforts très divers dans le métal de la membrane. L'examen de ces diverses forces ou couples permet d'écrire l'équation d'équilibre d'un élément $dr \times r d\theta$.

Il résulte donc de la flexion de la membrane et de l'allongement relatif proportionnel à z'^2 :

1° Un accroissement de l'angle des cannelures que l'on peut appeler *effet d'accordéon.*

Le calcul prévoit une tension suivant un méridien ayant pour expression

$$\frac{\mathrm{Y} e^3 \sin\beta}{2 \mathrm{L}^2 \cos^2\beta} z'^2,$$

dans laquelle Y est le module d'Young du métal, e son épaisseur, β le demi-angle au sommet de deux flancs, L la largeur d'un flanc.

2° Une raideur dans le sens d'un méridien correspondant à la flexion d'une lame en forme de fuseau, découpée entre deux rayons d'angle $d\theta$. Cet effet est négligeable devant les autres.

3° Par suite de la déformation de la membrane, les différents flancs, en même temps qu'ils se soulèvent, changent d'orientation. Dans ce mouvement, les anneaux infiniment petits en lesquels on peut décomposer chaque flanc sont, les uns allongés, les autres comprimés. Il en résulte un effort tranchant localisé à chaque pli.

4° Dès lors que la membrane prend la forme d'une surface de révolution, elle possède une courbure suivant un parallèle. La courbure principale correspondante est approximativement égale à $(1/r)(dz/dr)$; or elle met en jeu un couple G considérable, étant donné que les cannelures sont ainsi fléchies comme une poutre, dans le sens où elles offrent une grande rigidité.

D'ailleurs les effets 3 et 4 sont intimement liés l'un à l'autre.

L'équation d'équilibre d'un élément $dr \times r\,d\theta$, sous l'effet de ces différentes forces ou couples, conduit à une équation différentielle d'interprétation pénible. On peut en tirer des conséquences relativement simples en observant dans cette équation deux groupes de coefficients contenant respectivement les facteurs

$$\frac{e^2 Y \sin\beta}{L^2 \cos^2\beta}, \quad \frac{e Y L^2 \cos^2\beta}{\sin\beta}.$$

Il n'est pas contradictoire d'imaginer deux types extrêmes de membranes dans lesquels chacun des deux coefficients précédents est prépondérant.

Par exemple, pour une membrane épaisse, des cannelures fines et ouvertes, le premier terme est prédominant. C'est la déformation *en accordéon* qui impose à la membrane sa configuration.

Pour L grand et β petit, c'est le second terme qui domine; les cannelures en fléchissant comme des poutres imposent à la membrane sa forme d'équilibre.

Or ces deux cas correspondent à des équations différentielles faciles à intégrer.

Les membranes du 1er type sont particulièrement mauvaises. Sans doute parce que le métal *travaille* dans le sens où il a déjà été fatigué.

Celles du 2e type sont meilleures. L'équation différentielle donne lieu à une circonstance particulièrement intéressante : le déplacement Δz du

sommet varie proportionnellement à la différence des pressions. C'est une circonstance qui peut être précieuse dans certaines applications.

Un appareil enregistreur dans lequel le Δz est obtenu par la déviation d'un rayon lumineux sur un 1[er] miroir, et le Δp par un flotteur d'acier dans la cuvette d'un manomètre, lequel déplace un second miroir perpendiculairement au 1[er], vérifie expérimentalement ces conséquences. Particulièrement, la loi de déformation linéaire des membranes du 2[e] type, par opposition aux déformations non linéaires de celles du 1[er] type, est tout à fait caractéristique.

Les types moyens ont évidemment des propriétés intermédiaires entre ces types extrêmes.

En résumé, les quelques conclusions suivantes peuvent être dégagées :

1° Les membranes dans lesquelles la flexion *en accordéon* impose sa limite à la déformation sont les plus mauvaises.

2° En général la variation Δz de hauteur du centre croît moins vite que la différence des pressions.

3° Les membranes fortement ondulées ne sont pas les plus souples, contrairement à une opinion assez courante. Elles ont l'avantage de donner un déplacement de leur centre quasi proportionnel à la différence des pressions.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Équations relativistes de mouvement du premier ordre en Mécanique quantique.* Note (¹) de M. **Mario Schönberg**, présentée par M. Louis de Broglie.

La détermination des types généraux d'équations de mouvement, linéaires, relativistes et du premier ordre d'un corpuscule élémentaire a été commencée par Dirac (²), qui a trouvé des équations de la forme

$$(1) \qquad \begin{cases} p^{\dot\lambda\alpha} a^{\dot\mu\dot\nu\ldots}_{\alpha\beta\ldots} = m_1 c b^{\dot\lambda\dot\mu\dot\nu\ldots}_{\beta\ldots}, \\ p_{\dot\lambda\alpha} b^{\dot\lambda\dot\mu\dot\nu\ldots}_{\beta\ldots} = m_2 c a^{\dot\mu\dot\nu\ldots}_{\alpha\beta\ldots}, \end{cases}$$

où $a^{\dot\mu\dot\nu\ldots}_{\alpha\beta\ldots}$ et $b^{\dot\lambda\dot\mu\dot\nu\ldots}_{\beta\ldots}$ sont des spineurs symétriques par rapport aux indices de chaque série, ponctués et non ponctués. $p^{\dot\lambda\alpha}$ est le spineur des moments. m_1 et m_2 sont deux nombres quelconques dont le produit est égal au carré

(¹) Séance du 28 août 1939.

(²) *Proc. Roy. Soc.*, A, 155, 1936, p. 447.

de la masse m du corpuscule. L'analyse de Dirac ne décide pas sur l'existence d'autres classes d'équations satisfaisant aux conditions énoncées. Nous discuterons ici le problème d'une façon générale, ce qui nous conduira à un autre type de ces équations.

Considérons un corpuscule élémentaire libre, dont l'état est décrit par un spineur $a^{\dot{\mu}\dot{\nu}\ldots}_{\alpha\beta\ldots}$ symétrique par rapport aux indices des deux séries. Ce spineur avec son transformé par symétrie $a^{\dot{\alpha}\dot{\beta}\ldots}_{\mu\nu\ldots}$ donnent une représentation irréductible du groupe complet de Lorentz. Les composantes du spineur d'onde doivent satisfaire l'équation de Klein-Gordon

$$(2) \qquad p^{\dot{\lambda}\alpha} p_{\dot{\lambda}\alpha'} a = m^2 c^2 a \, \delta^{\alpha}_{\alpha'}.$$

Notre problème se réduit à trouver les formes d'équations linéaires, covariantes et du premier ordre conduisant aux équations (2). C'est le problème de la linéarisation relativiste du système (2). Du point de vue de l'analyse, pour avoir un système équivalent et du premier ordre, il suffit de prendre comme nouvelles inconnues les dérivées par rapport au temps des a. Physiquement, cette solution n'est pas satisfaisante du point de vue relativiste et il faut prendre comme nouvelles inconnues des combinaisons covariantes de dérivées du premier ordre du spineur d'onde. Il y a trois types de ces combinaisons : $p^{\dot{\lambda}\alpha} a^{\dot{\mu}\dot{\nu}\ldots}_{\alpha\beta\ldots}$; $p_{\dot{\varkappa}\lambda} a^{\dot{\mu}\dot{\nu}\ldots}_{\alpha\beta\ldots}$ et $p^{\alpha}_{\dot{\mu}} a^{\dot{\mu}\dot{\nu}\ldots}_{\alpha\beta\ldots}$, qui constituent la généralisation des opérations rot, grad et div du calcul vectoriel. Les équations de Dirac correspondent à l'opération rot et par conséquent sont une généralisation des équations de Maxwell. A l'opération grad correspond un autre type d'équations

$$(3) \qquad \left\{ \begin{aligned} p_{\dot{\varkappa}\lambda} a^{\dot{\mu}\dot{\nu}\ldots}_{\alpha\beta\ldots} &= m_1 c b^{\dot{\mu}\dot{\nu}\ldots}_{\dot{\varkappa}\lambda\alpha\beta\ldots}, \\ p^{\dot{\varkappa}\lambda} b^{\dot{\mu}\dot{\nu}\ldots}_{\dot{\varkappa}\lambda\alpha\beta\ldots} &= m_2 c a^{\dot{\mu}\dot{\nu}\ldots}_{\alpha\beta\ldots}. \end{aligned} \right.$$

On vérifie facilement que les équations qu'on obtient avec la troisième combinaison sont de la même forme que (3). Ainsi il n'y a que deux classes d'équations relativistes, linéaires et du premier ordre qui ne contiennent qu'un spineur d'onde et qui conduisent à l'équation de Klein-Gordon. Pour que les équations (3) n'aient que des spineurs symétriques, il faut que les $a^{\dot{\mu}\dot{\nu}\ldots}_{\alpha\beta\ldots}$ satisfassent aux conditions supplémentaires

$$(4) \qquad \left\{ \begin{aligned} \varepsilon^{\dot{\varkappa}}_{\dot{\mu}} p_{\dot{\varkappa}\lambda} a^{\dot{\mu}\dot{\nu}\ldots}_{\alpha\beta\ldots} &= 0, \\ \varepsilon^{\lambda\alpha} p_{\dot{\varkappa}\lambda} a^{\dot{\mu}\dot{\nu}\ldots}_{\alpha\beta\ldots} &= 0, \end{aligned} \right.$$

$\varepsilon_{\mu}^{\dot{\varkappa}}$ et $\varepsilon^{\lambda\alpha}$ sont les spineurs de van der Waerden [3], qui permettent de passer des composantes covariantes aux composantes contravariantes d'un spineur.

Pour avoir l'invariance par symétrie spatiale, il faut compléter le système des équations (3) avec les équations

$$(3a) \qquad \left\{ \begin{array}{l} p^{\varkappa\dot{\lambda}} a^{\dot{\alpha}\dot{\beta}\ldots}_{\mu\nu\ldots} = m_1 c b^{\varkappa\dot{\lambda}\dot{\alpha}\dot{\beta}\ldots}_{\mu\nu\ldots}, \\ p_{\varkappa\dot{\lambda}} b^{\varkappa\dot{\lambda}\dot{\alpha}\ldots}_{\mu\ldots} = m_2 c a^{\dot{\alpha}\dot{\beta}\ldots}_{\mu\nu\ldots}, \end{array} \right.$$

transformées par symétrie des équations (3).

Pour le système complet (3) et (3a) nous pouvons former un vecteur, de densité de charge et de courant, conservatif

$$(4) \qquad S_{\dot{\varkappa}\lambda} = e\left[\left(a^{\dot{\alpha}\dot{\beta}\ldots}_{\mu\nu\ldots}\right)^{*} b_{\dot{\varkappa}\lambda\alpha\beta\ldots}^{\dot{\mu}\dot{\nu}\ldots} + \left(\varepsilon_{\varkappa\varkappa'}\varepsilon_{\dot{\lambda}\dot{\lambda}'} b^{\varkappa'\dot{\lambda}'\dot{\alpha}\dot{\beta}\ldots}_{\mu\nu\ldots}\right)^{*} a^{\dot{\mu}\dot{\nu}\ldots}_{\alpha\beta} + \text{comp. conj.}\right].$$

Les équations (3) et (3a) peuvent être reconduites à un principe variationnel, la lagrangienne étant

$$(5) \qquad \mathcal{L} = \int L\, dv = \int\Big[\left(b^{\varkappa\dot{\lambda}\dot{\alpha}\dot{\beta}\ldots}_{\mu\nu\ldots}\right)^{*}\left(p_{\dot{\varkappa}\lambda} a^{\dot{\mu}\dot{\nu}\ldots}_{\alpha\beta} - m_1 c\, b_{\dot{\varkappa}\lambda\alpha\beta\ldots}^{\dot{\mu}\dot{\nu}\ldots}\right) + \left(a^{\dot{\alpha}\dot{\beta}\ldots}_{\mu\nu\ldots}\right)^{*}\left(p^{\dot{\varkappa}\lambda} b_{\dot{\varkappa}\alpha\lambda\beta\ldots}^{\dot{\mu}\dot{\nu}\ldots} - m_2 c\, a^{\dot{\mu}\dot{\nu}\ldots}_{\alpha\beta\ldots}\right) + \text{comp. conj.}\Big]\, dv.$$

En partant de la lagrangienne, on forme aisément les tenseurs des tensions par les méthodes bien connues. En particulier la densité d'énergie est

$$(6) \qquad T_{44} = -\left(b^{\varkappa\dot{\lambda}\dot{\alpha}\dot{\beta}\ldots}_{\mu\nu\ldots}\right)^{*}\left(\sum_{1}^{3}{}_{\pi}\, \sigma_{\dot{\varkappa}\lambda\pi} p^{\pi} a^{\dot{\mu}\dot{\nu}\ldots}_{\alpha\beta\ldots} - m_1 c\, b_{\dot{\varkappa}\lambda\alpha\beta\ldots}^{\dot{\mu}\dot{\nu}\ldots}\right) - \left(a^{\dot{\alpha}\dot{\beta}\ldots}_{\mu\nu\ldots}\right)^{*}\left(\sum_{1}^{3} \sigma^{\dot{\varkappa}\lambda}_{\pi}\, p^{\pi} b_{\dot{\varkappa}\lambda\alpha\beta\ldots}^{\dot{\mu}\dot{\nu}\ldots} - m_2 c\, a^{\dot{\mu}\dot{\nu}\ldots}_{\alpha\beta\ldots}\right) + \text{comp. conj.}$$

Une application des équations (3) peut être faite au cas de l'équation de Klein-Gordon pour un invariant, ce qui conduit à la forme employée par Kemmer [4].

---

(3) *Die Grup. Meth. in der Quantenmech.*, p. 78.
(4) N. Kemmer, *Proc. Roy. Soc.*, A, **166**, 1938, p. 127.

ÉLECTRICITÉ. — *La pile à gaz; mécanisme de l'électrolyse de l'eau; polarisation des piles.* Note [1] de M. **Vasilesco Karpen**, présentée par M. Aimé Cotton.

La pile à gaz de Grove est, suivant une Note précédente, une pile de concentration à électrons; si l'électrolyte (acide) est suffisamment concentré, l'expression de la force électromotrice de la pile est identique à celle donnée par la théorie classique

$$E = RT \log \frac{C_{\bar{e}}^{H}}{C_{\bar{e}}^{0}} = RT \log \frac{K_1}{c K_2} C_{H^2}^{\frac{1}{2}} C_{O^2}^{\frac{1}{4}},$$

car les concentrations des électrons aux électrodes, $C_{\bar{e}}^{H}$, $C_{\bar{e}}^{0}$, se réduisent suivant les relations (13) et (14), pour a suffisamment grand, à $K_1 C_{H^2}^{1/2}/a$ et $c K_2 C_{O^2}^{1/4}/a$.

Le valeur de E dépend des concentrations en H^2 et O^2, elle peut donc être rendue aussi petite que l'on veut. Il en est de même de la tension nécessaire pour électrolyser l'eau.

Il s'agit, bien entendu, de l'électrolyse invisible, car l'électrolyse visible ne se produit que si la pression des gaz dégagés dépasse la pression de l'électrolyte (pour que des bulles puissent se former), et celle-ci ne peut descendre au-dessous de la pression de la vapeur d'eau surmontant l'électrolyte; il en résulte que, pour l'électrolyse visible, la tension ne peut descendre que d'environ 0,15 volt au-dessous de la tension nécessaire à l'électrolyse sous la pression atmosphérique.

Dans l'expression thermodynamique de la force électromotrice de la pile Grove, fonctionnant comme voltamètre,

$$E = Q + T \frac{dE}{dT},$$

le terme $-T(dE/dT)$, énergie empruntée au milieu, augmente et tend vers Q (chaleur de formation de l'eau), à mesure que la pression des gaz diminue et tend vers zéro. Il n'est pas sans intérêt d'examiner le mécanisme qui détermine cet emprunt d'énergie.

A l'anode, le courant comprime les électrons, provenant de l'équilibre $4\overline{OH} \rightleftarrows 2H^2O + O^2 + 4e(\mp 4q_0)$, en les faisant passer de la concentration $C_{\bar{e}}^{0}$ dans l'électrolyte à $C_{\bar{e}}^{m}$ dans le métal, en développant la chaleur

---

[1] Séance du 27 novembre 1939.

$RT \log C_{\bar{e}}^{m}/C_{\bar{e}}^{0}$; cependant, l'oxygène se dégageant, de nouveaux ions $\overline{OH}$ se dissocient spontanément, pour maintenir l'équilibre ci-dessus, en absorbant la chaleur q_0, et $1/2\,H^2O$ se dissocie en ses ions en absorbant $1/2\,q$; la chaleur totale absorbée à l'anode sera donc $Q_a = q_0 + q/2 - RT \log C_{\bar{e}}^{m}/C_{\bar{e}}^{0}$ joules par coulomb.

A la cathode, le courant laisse se détendre les électrons de $C_{\bar{e}}^{m}$ à $C_{\bar{e}}^{H}$, concentration provenant de l'équilibre $2H^+ + 2e \rightleftharpoons H^2(\pm q_H)$, en absorbant la chaleur $RT \log C_{\bar{e}}^{m}/C_{\bar{e}}^{H}$; cependant, l'hydrogène se dégageant, de nouveaux ions H^+ s'unissent aux électrons pour maintenir l'équilibre ci-dessus, en développant q_H et $1/2\,H^2O$ se dissocie en absorbant $1/2\,q$; la chaleur totale développée à la cathode sera donc

$$Q_c = q_H - \frac{q}{2} - RT \log \frac{C_{\bar{e}}^{m}}{C_{\bar{e}}^{H}}.$$

Le voltamètre perdra donc

$$Q_a - Q_c = q_0 + q - q_H - RT \log \frac{C_{\bar{e}}^{H}}{C_{\bar{e}}^{0}} = Q - E \text{ joules/coulomb.}$$

Dans l'expression de E ne figurent pas explicitement les chaleurs q, q_0, q_H, qui évidemment doivent intervenir dans la valeur de E; mais comme déjà dit, ce sont q, q_0, q_H qui déterminent les coefficients C, K_1, K_2 qui, eux, figurent dans l'expression de E.

Les considérations précédentes rendent possible la détermination des quantités de chaleur q_0 et q_H, actuellement inconnues.

Il suffirait de mesurer Q_a, Q_c et les coefficients de température $R \log C_{\bar{e}}^{m}/C_{\bar{e}}^{0}$, $R \log C_{\bar{e}}^{m}/C_{\bar{e}}^{H}$, en supposant ces coefficients indépendants de la température.

La pile de Grove est impolarisable, la raison en est que les ions H^+, se rendant à la cathode, rencontrent les ions $\overline{OH}$ venant en sens contraire et forment avec eux de l'eau; un phénomène analogue se produit à l'anode. Les concentrations O^2 et H^2, donc aussi les concentrations $C_{\bar{e}}^{0}$, $C_{\bar{e}}^{H}$ et par conséquent la force électromotrice de la pile, ne varient pas tant que la pression des gaz est maintenue constante.

On interprète de toute autre façon la polarisation de la pile Leclanché par exemple. On considère la polarisation comme un effet secondaire, dont on se débarrasse en consentant une dépense supplémentaire pour le dépolarisant, l'énergie de la pile étant attribuée à la réaction

$$Zn + 2\,ClNH^4 = ZnCl^2 + H^2 + 2\,NH^3;$$

le rôle du dépolarisant étant de détruire la couche d'hydrogène à mesure qu'elle se forme sur la cathode.

Or c'est précisément le contraire qui se passe. La réaction déterminant la force électromotrice de la pile est l'ionisation de l'oxygène fourni par ce que l'on appelle improprement dépolarisant, MnO^2 *ou air.*

L'oxygène s'unit aux électrons de l'électrolyte :

$$1/4\,O^2 + \bar{e} + 1/2\,H^2O = \overline{OH}\,(+ q_O),$$

en diminue la concentration $C_{\bar{e}}$ et élève ainsi le potentiel de l'électrode. Les ions $\overline{OH}$ formés rencontrent les ions H^+ (comme dans la pile de Grove), *avant* que ceux-ci n'arrivent à la cathode et se transforment en H.

Le zinc ne sert qu'à produire les électrons se rendant par le circuit extérieur à la cathode, non sans se faire payer, car son potentiel est *positif* et se retranche du potentiel de la cathode.

Cette interprétation des phénomènes de la pile rend compte du fait que la force électromotrice de la pile Leclanché surpasse de 0,6 volt celle de la pile de Volta ; dans celle-ci la réaction à la cathode ($H^+ + \bar{e} = H$) développe l'énergie q_H, alors que dans la pile Leclanché l'énergie développée est $q_O > q_H$.

OPTIQUE. — *Dichroisme dans l'infrarouge d'un cristal d'iodoforme.* Note [1] de M. **Yeou Ta**, présentée par M. Aimé Cotton.

Récemment, J. W. Ellis et J. Bath ont mis en évidence la relation entre le pléochroïsme dans l'infrarouge des cristaux de pentaérythrite $C(CH^2OH)^4$ et de dicétopipérazine $(CH^2—NHCO)^2$ et les modes de vibration du radical CH^2 [2].

Nous avons trouvé qu'on observe ce même phénomène avec beaucoup plus de netteté encore dans un cas particulièrement simple présenté par des cristaux d'iodoforme. Nous avons obtenu par évaporation lente d'une solution dans l'éther un tel cristal, qui se présente, comme on le sait, sous la forme d'une table hexagonale. D'après la détermination aux rayons X, c'est un milieu cristallin appartenant, vraisemblablement, au

---

[1] Séance du 11 décembre 1939.

[2] *Physical Review*, 55, 1939, p. 1098.

groupe C_6^6 ([3]). On sait d'autre part que la molécule d'iodoforme elle-même est du type de symétrie C_{3v}; on peut penser que l'axe du cristal doit être la direction de la liaison CH si les molécules s'orientent parallèlement dans le cristal et conservent à peu près leur individualité. Cela semble être confirmé par la comparaison que nous avons faite des spectres d'absorption de l'iodoforme solide et en solution. Le Tableau suivant donne les principales bandes, non comprises les bandes faibles ([4]), que l'on observe dans le proche infrarouge sous l'épaisseur de l'ordre de 1^{mm} de solide ou de son équivalent en solution.

Cristaux d'orientations quelconques	λ(Å)........	14610	17175	19705	24780(?)
	ν(cm⁻¹)........	6845	5822	5075	4035
Sol. dans CCl^4	λ(Å).....	14450	16970	19670	24635
	ν(cm⁻¹).....	6920	5893	5084	4059
Classification des bandes...		2ν(CH) + δ(CH)	2ν(CH)	ν(CH) + 2δ(CH)	ν(CH) + δ(CH)
Δν................		1023 / 1027		1040(?) / 1025	

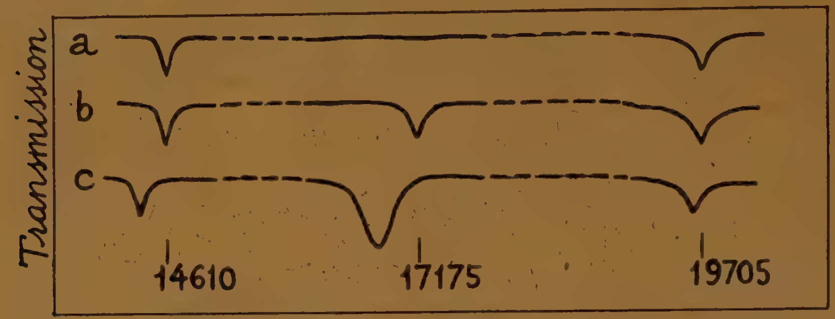
Examinons maintenant le spectre d'absorption d'un cristal (épaisseur $0^{mm},6$ environ) *toujours en lumière naturelle*, en ayant soin d'exposer (dispositif marqué 1 sur la figure) la lame normalement au faisceau incident (sensiblement parallèle). *On n'observe plus la bande* 17175Å (courbe *a*), quoiqu'elle soit ordinairement beaucoup plus intense que ses deux voisines immédiates (courbe *c*). *Pour la faire apparaître* (courbe *b*), *il suffit d'incliner légèrement le cristal* (30° par exemple) sur la normale à la direction du faisceau incident, comme il est indiqué en 2 sur la figure. Et l'intensité de la bande s'accroît à mesure que l'on augmente cette inclinaison.

Faute de cristal de dimensions suffisantes pour pouvoir tailler une lame parallèle à l'axe cristallographique, nous avons fait des observations en lumière polarisée rectilignement en conservant le dispositif du cristal incliné. *Lorsque le vecteur électrique de l'onde incidente a une composante parallèle à l'axe du cristal* (dispositif 3), *la bande* 2ν(CH) *existe dans le spectre; tandis qu'elle disparaît quand le vecteur électrique est normal à l'axe* (dispositif 4).

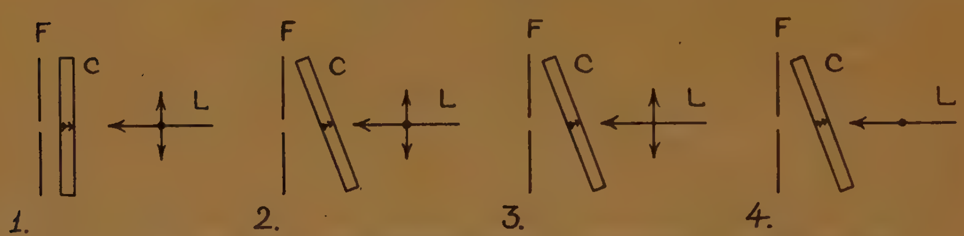
([3]) I. Nitta, *Sc. Papers Inst. Phys. Chem. Research*, Tokyo, 4, 1926, p. 49.

([4]) *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1371.

Les autres bandes ne subissent sensiblement aucun changement. (On n'a pas pu étudier la bande 24780 Å.) Ces dernières expériences en lumière



Courbe *a*. — CHI^3 cristal, dispositif 1. Courbe *b*. — CHI^3 cristal, dispositif 2. Courbe *c*. — CHI^3 en solution dans CCl^4.



F, fente du spectromètre; C, cristal d'iodoforme, ≻≻ axe du cristal; L, lumière incidente; ↕ vecteur électrique ∥ ⊥ au plan de la figure.

polarisée confirment ce que l'on observe en lumière naturelle. On peut donc tirer les conclusion suivantes :

1° *La vibration de valence* ν(CH) [ici le premier harmonique de la fondamentale] *s'effectue bien suivant la direction de la liaison* CH, et cette direction est bien orientée suivant l'axe du cristal.

2° *L'onde lumineuse ayant la fréquence de cette vibration* ν(CH) *n'est absorbée que lorsque son vecteur électrique a une composante parallèle à la direction de cette vibration de la molécule*, ce qui est conforme au caractère de polarisation de la raie Raman correspondante d'une molécule analogue.

3° Les bandes dues à la vibration de déformation δ(CH) conservent le même caractère de dépolarisation, qu'il s'agisse de l'absorption infrarouge ou de l'effet Raman.

Ces faits sont susceptibles de recevoir une généralisation. Un liquide tel que $CHCl^3$ renferme des molécules analogues à CHI^3; on peut donc s'attendre à ce que l'absorption d'une bande ν(CH) soit modifiée si l'on change la répartition des orientations des molécules, en plaçant le liquide dans un champ directeur assez intense.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la formation du miroir argentique.* Note (¹) de M. **Jean Loiseleur**, présentée par M. Jean Perrin.

Il peut être intéressant de rechercher comment, dans l'argenture par voie humide, le métal échappe à la précipitation habituelle, pour se déposer progressivement sur une paroi de verre. Il est d'abord à remarquer qu'une interprétation basée sur une simple neutralisation des charges de la paroi par les ions Ag^{+} de la solution serait insuffisante, car la paroi ainsi déchargée ne pourrait plus se prêter à la répétition nécessaire pour parvenir à l'éclat métallique. La paroi de verre semble intervenir en conservant au contraire la valeur initiale de sa charge.

I. Considérons d'abord, en l'absence de toute paroi, l'évolution d'une solution ammoniacale d'hydrate d'argent en présence d'un réducteur assez dilué pour que la réduction soit infiniment lente. Cette condition implique que, tout au moins au début de la réaction, les particules de métal réduit échappent à la précipitation. Les atomes d'argent provenant de la réduction s'agglomèrent en un germe de cristallisation qui croît jusqu'à une certaine taille sous l'influence des rencontres possibles (Kruyt). Ce phénomène est rapidement limité par l'intervention des électrolytes, AgOH resté en solution, et l'agrégat d'atomes se stabilise en une micelle chargée négativement. La confirmation en est donnée par l'analyse des colloïdes d'argent, ceux-ci toujours constitués par un mélange d'argent métallique et d'oxyde, jamais par du métal réduit [Rebière (²)].

II. Pendant la durée très courte de cette évolution (voir la courbe ci-après), la charge de la particule a subi une discontinuité brusque qui va permettre la métallisation. Répétons, en effet, l'opération précédente au contact d'une paroi de verre. Cette paroi possède une charge négative conformément aux lois de J. Perrin. Lors de sa discontinuité, la charge de la particule a nécessairement rencontré la valeur négative de la paroi, celle-ci de beaucoup plus faible que celle de la micelle stable et comprise par conséquent dans la zone de floculation : d'où, floculation de la particule métallique contre la paroi, dans un état intermédiaire entre l'état métallique et l'état colloïdal. Il s'est ainsi substitué à la paroi de verre un

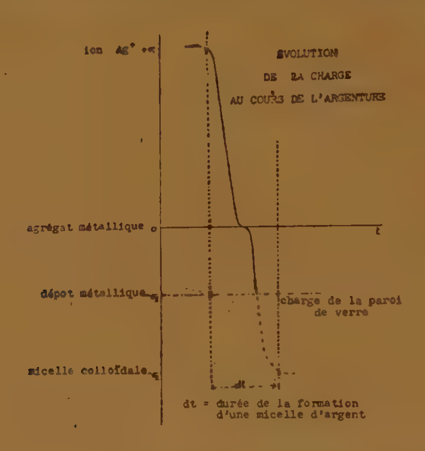
---

(¹) Séance du 11 décembre 1939.

(²) Rebière, *Recherches expérimentales sur quelques hydrosols à micelles argentiques*, Mâcon, 1916.

film élémentaire d'argent, reproduisant la charge initiale de la paroi et permettant la répétition indéfinie du cycle.

III. Réciproquement, tout traitement préalable intéressant la charge de la paroi modifiera la formation du miroir. L'hydrate stanneux, renfor-



çant la charge négative de la paroi, facilite considérablement la métallisation. Au contraire, un mordançage par des ions polyvalents, tels que Al^{+++}, rend la paroi positive [Glixelli ([3])], et s'oppose à tout dépôt métallique.

En résumé, la formation du miroir argentique repose sur l'intervention active des charges de la paroi de verre ([4]).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de préparation des α-alcoyl- et α-acidyl-phénylhydrazones et des α-alcoyl-phénylhydrazines.* Note de M. **Panos Grammaticakis**, présentée par M. Marcel Delépine.

Des recherches spectrales et chimiques faites sur les dérivés de la phénylhydrazine m'ont conduit à préparer des phénylhydrazones du type

(I) $$Ar.CH=N.N(R).C^6H^5$$

(où R = alcoyle, acidyle). L'unique procédé actuellement connu pour obtenir ces corps (I), dans le cas où R est un alcoyle, consiste à condenser

([3]) Cité d'après Mlle F. Choucroun, *J. Chim. Phys.*, 20, 1923, 358.

([4]) Certaines précipitations périodiques (l'osséification) semblent justifiables d'un mécanisme analogue.

les aldéhydes et les cétones avec les α-alcoyl-phénylhydrazines, procédé qui n'est pas toujours aisé.

J'ai réussi à obtenir les composés du type (I), avec d'excellents rendements, par action des halogénures d'alcoyle et d'acidyle sur les phénylhydrazones sodées, suivant le schéma

(II) $Ar.CH{=}N.N(Na)C^6H^5 + XR \rightarrow Ar.CH{=}N.N(R).C^6H^5 + XNa.$

La préparation des phénylhydrazones sodées (II) s'effectue facilement, en milieu éthéré ou benzénique, à l'aide de l'amidure de sodium.

De plus, l'hydrolyse de ces phénylhydrazones alcoylées (I), particulièrement facile dans le cas de la phénylhydrazone de l'acétaldéhyde, fournit une nouvelle méthode d'obtention des α-alcoyl-phénylhydrazines.

Dans la présente Note, je décrirai quelques-uns des résultats obtenus au cours de cette étude en me limitant au cas où Ar est un C^6H^5 (phénylhydrazone du benzaldéhyde).

La phénylhydrazone du benzaldéhyde se sode en milieu éthéré ou benzénique au moyen de l'amidure de sodium avec formation de

(III) $C^6H^5.CH{=}N.N(Na).C^6H^5.$

Ce dérivé sodé (III) se présente sous forme d'une poudre, insoluble dans l'éther et le benzène, assez hygroscopique.

L'action de l'iodure de méthyle sur la phénylhydrazone sodée du benzaldéhyde fournit la méthylphénylhydrazone du benzaldéhyde

[$C^6H^5.CH{=}N.N(CH^3).C^6H^5$; $Éb_{15}$ 212°-213°; P. F. 104°].

Par hydrolyse chlorhydrique, cette méthylphénylhydrazone donne le benzaldéhyde et la α-méthylphénylhydrazine, laquelle est identifiée par son produit d'oxydation avec OHg jaune (diméthyldiphényl-tétrazène), et sa combinaison avec le benzaldéhyde (méthylphénylhydrazone du benzaldéhyde).

Remarque. — Il est à noter que, à côté des produits principaux (benzaldéhyde et méthylphénylhydrazine) de l'hydrolyse précédente, on rencontre, en très petite quantité, un corps coloré du groupe de triphénylméthane, probablement du type

(IV) $Ar.CH{=}(C^6H^4.NH.CH^3)^2.$

La formation du composé (IV) peut être expliquée par la décomposition chlor-

hydrique de la méthylphénylhydrazone du benzaldéhyde en benzaldéhyde et méthylaniline et condensation ultérieure de ces produits en composé de la forme (IV).

La décomposition chlorhydrique de la méthylphénylhydrazone du benzaldéhyde supposée ci-dessus, peut être justifiée par le fait observé lors de l'action du $CH^3.MgI$ sur la méthylphénylhydrazone du benzaldéhyde : formation effective de l'acétophénone-imine ($Éb_{12}$ 93°; sa phénylurée $C^{15}H^{14}ON^2$, P. F. 160°) et de la méthylaniline selon le schéma

$$C^6H^5.CH{=}N.N(CH^3).C^6H^5 \xrightarrow{CH^3.MgI} C^6H^5.CN + HN(CH^3).C^6H^5.$$

$$C^6H^5.CN \xrightarrow{CH^3.MgI} C^6H^5.(CH^3)C{=}NH.$$

D'ailleurs la rupture de la liaison N—N de la phénylhydrazine et des phénylhydrazones, en général, a été réalisée sous l'influence des agents les plus divers [chaleur (1), acides, alcalis, organomagnésiens mixtes (2), etc.).

Le traitement de la phénylhydrazone sodée du benzaldéhyde par l'iodure d'éthyle, le bromure d'isobutyle et le chlorure de benzyle fournit respectivement l'éthylphénylhydrazone du benzaldéhyde

[$C^6H^5.CH{=}N.N(C^2H^5).C^6H^5$; $Éb_{14}$ 214°; P. F. 50°],

l'isobutylphénylhydrazone du benzaldéhyde

[$C^6H^5.CH{=}N.N(C^4H^9)C^6H^5$; $Éb_{13}$ 219-220°)

et la benzylphénylhydrazone du benzaldéhyde

[$C^6H^5.CH{=}N.N(CH^2.C^6H^5).C^6H^5$; P. F. 111°].

L'hydrolyse des phénylhydrazones précédentes donne les α-alcoylphénylhydrazines correspondantes.

Enfin, par action des chlorures de benzoyle et d'acétyle sur la phénylhydrazone sodée du benzaldéhyde, on obtient respectivement la benzoylphénylhydrazone du benzaldéhyde

[$C^6H^5.CH{=}N.N(CO.C^6H^5).C^6H^5$; $Éb_{<1}$ 240-241°; P. F. 123°]

et l'acétylphénylhydrazone du benzaldéhyde

[$C^6H^5.CH{=}N.N(CO.CH^3).C^6H^5$; $Éb_{<1}$ 175-176°; P. F. 122°].

Du fait que le groupe acidyle, dans ces cas, s'élimine facilement au

(1) P. GRAMMATICAKIS, *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1910.
(2) P. GRAMMATICAKIS, *Comptes rendus*, **206**, 1938, p. 1307.

cours de l'hydrolyse, il en résulte qu'on ne peut pas obtenir les α-acidyl-phénylhydrazines à partir des phénylhydrazones acidylées précédentes.

En résumé, j'ai montré que, par action des halogénures d'alcoyle et d'acidyle sur la phénylhydrazone sodée du benzaldéhyde, on obtient facilement des α-alcoyl- et α-acidyl-phénylhydrazones et des α-alcoyl-phénylhydrazines.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide* nor-*camphorique*. Note de M. **Henry Gault** et Mlle **Lyse Daltroff**, présentée par M. Marcel Delépine.

L'acide *nor*-camphorique a été obtenu pour la première fois par K. T. Pospichill (1), puis par W. H. Perkin (2) à partir de l'ester butane-tétra-carboxylique disodé, par condensation avec l'iodure de méthylène et décarboxylation consécutive.

Nous avons pu, par extension des recherches effectuées par l'un de nous avec divers collaborateurs (3) sur la condensation du formaldéhyde avec les cyclanones et les dérivés cyclanoniques, préparer cet acide, avec de bons rendements, par une autre méthode dont nous donnons ci-après les grandes lignes. Cette méthode comporte trois phases principales :

a. Obtention de l'ester hydroxyméthyl-2 cyclopentanone-1 carboxylique-2, par condensation de l'aldéhyde formique avec l'ester cyclopentanone-1 carboxylique-2, préparé lui-même, par la méthode de cyclisation connue (4), à partir de l'ester adipique;

b. Acétylation de l'ester hydroxyméthyl-cyclopentanone-carboxylique;

c. Hydrolyse alcaline du dérivé acétylé de l'ester hydroxyméthyl-cyclopentanone-carboxylique avec rupture simultanée du cycle pentanonique et cyclisation en acide *nor*-camphorique.

(1) *Ber. d. chem. Ges.*, 31, 1898, p. 1950.

(2) *J. Chem. Soc.*, 1921, p. 1400.

(3) H. Gault et J. Skoda, *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 429; H. Gault et E. Steckl, *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 475.

(4) R. Cornubert, *Bull. Soc. Chim.*, 4e série, 47, 1930, p. 301.

Ces trois phases sont représentées dans le schéma

(I) $\xrightarrow[CO^3K^2]{+CH^2O}$ (II) $\xrightarrow[\text{Pyridine}]{+CH^3COCl}$ (III)

(III) $\xrightarrow{+KOH}$ … $\xrightarrow{-H^2O}$ (IV).

a. La condensation de l'ester cyclopentanone-carboxylique (I) avec le formaldéhyde s'effectue aisément en présence de carbonate de potassium. Elle conduit à un mélange de cet ester avec l'ester hydroxyméthyl-cyclopentanone-carboxylique (II) dont l'instabilité à la chaleur empêche toute séparation par distillation, même sous pression très réduite.

On pouvait espérer que le premier de ces deux esters étant seul soluble dans la soude caustique, l'extraction sodique du produit brut de condensation permettrait d'isoler à l'état pur l'ester hydroxyméthylé (II). En réalité, ce traitement n'est pas applicable en raison de l'action destructive qu'il exerce sur le groupe CH^2OH méthylolique de cet ester.

b. Nous avons alors cherché, en acétylant le mélange des deux esters, à séparer par distillation les deux dérivés acétylés, stables, formés. Nous avons ainsi pu isoler d'une part le dérivé acétylé à l'oxhydrile énolique de l'ester cyclopentanone-carboxylique (E_{17} 130°) et, d'autre part, le dérivé acétylé à l'oxhydrile méthylolique (III) de l'ester hydroxyméthyl-cyclopentanone-carboxylique (E_{17} 160°) dont l'hydrolyse eût dû nous conduire à l'ester hydroxyméthyl-cyclopentanone-carboxylique pur.

c. Or, cette hydrolyse a donné directement naissance, avec un rendement presque quantitatif, à l'acide *nor*-camphorique (IV) par le jeu de

deux réactions complémentaires de décyclisation en 1,2 et de recyclisation en 5,7.

Nous avons établi par l'analyse chimique la constitution du dérivé acétylé de l'ester hydroxyméthyl-cyclopentanone-carboxylique et de l'acide *nor*-camphorique (F. trouvé 121°; F. de l'acide de Pospichill et Perkin 121°,5) dont nous avons d'ailleurs préparé et analysé quelques dérivés immédiats (sels et ester diméthylique).

Nous ne pouvons toutefois préciser pour l'instant si la modification que nous avons obtenue est l'isomère *cis* ou l'isomère *trans* : tous les essais que nous avons effectués en vue de l'anhydrisation directe ou indirecte, par isomérisation préalable, de cet acide, sont restés sans résultats positifs. Nous rappelons à ce propos les travaux antérieurs de Ingold qui n'a pu réussir à préparer l'anhydride *nor*-camphorique.

Nous cherchons à étendre ce mode d'obtention de l'acide *nor*-camphorique à d'autres acides cyclaniques et, en particulier, à l'acide camphorique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la pyrolyse des alcools gras supérieurs.* Note de MM. **Henry Gault**, **Louis Palfray** et **Pao-Ting Hsu**, présentée par M. Marcel Delépine.

L'hydrogénation du dodécanol $C^{12}H^{26}O$, effectuée dans l'appareil décrit par l'un de nous (1), à la température de 200°, sous une pression de 100^{kg} en présence de nickel Raney, nous a permis d'obtenir, avec un rendement sensiblement quantitatif, l'hydrocarbure saturé renfermant un atome de carbone de moins, c'est-à-dire l'*undécane* $C^{11}H^{24}$. Cette hydrogénation donne donc lieu à la scission d'un chaînon monocarboné. A notre connaissance, seuls H. Adkins et B. Wojcik (2) ont signalé antérieurement un fait analogue, qu'ils ont attribué à une *hydrogénolyse* de l'alcool suivant la réaction

$$R.CH^2OH + 2H^2 \rightarrow R.H + H^2O + CH^4.$$

Cette explication est, en réalité, inexacte ou incomplète. Nous avons en effet constaté qu'*en l'absence d'hydrogène*, il se produit une scission

(1) L. Palfray, *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, 3, 1936, p. 508.
(2) *J. Am. Chem. Soc.*, 55, 1933, p. 1293.



identique d'un chaînon monocarboné : en traitant, en effet, le dodécanol dans les mêmes conditions que précédemment, mais en substituant l'azote à l'hydrogène, nous avons obtenu, en présence de nickel Raney, le même hydrocarbure en C^{11}, c'est-à-dire l'undécane.

Nous sommes ainsi amenés à conclure de ces faits expérimentaux que la réaction fondamentale de décomposition du dodécanol dans les conditions que nous venons d'indiquer, est une simple *pyrolyse*, l'action de l'hydrogène portant uniquement sur les produits primaires de cette pyrolyse.

Nous avons constaté, d'autre part, que le rendement en hydrocarbure croît avec la température, la pression et le temps.

Enfin les essais que nous avons effectués *à la pression ordinaire* en présence de nickel Raney, nous ont permis de déceler la présence dans les produits de la pyrolyse d'une petite quantité d'*aldéhyde laurique*, à côté de l'undécane. Cette observation nous permet de proposer une explication logique du mécanisme de la réaction.

Nous admettons que, dans une première phase de la pyrolyse, le dodécanol se déshydrogène en aldéhyde laurique (I) et que, dans une deuxième phase (II), cet aldéhyde se dissocie, en présence de nickel [3], en undécane et oxyde de carbone. L'oxyde de carbone est transformé lui-même simultanément en anhydride carbonique (III) et, partiellement, en méthane (IV), grâce à l'hydrogène libéré par la réaction (I)

(I) $C^{11}H^{23}.CH^2OH \rightarrow C^{11}H^{23}.CHO + H^2,$

(II) $C^{11}H^{23}.CHO \rightarrow C^{11}H^{24} + CO,$

(III) $2CO \rightarrow CO^2 + C,$

(IV) $CO + 3H^2 \rightarrow CH^4 + H^2O.$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des aldéhydes gras par déshydrogénation catalytique des alcools, en phase liquide, en présence de nickel réduit.* Note de M. **Alexandre Halasz**, présentée par M. Marcel Delépine.

La déshydrogénation catalytique, en phase liquide, au moyen du nickel, des alcools lourds, surtout secondaires, a été étudiée par L. Palfray et

(3) P. Sabatier et J.-B. Senderens, *Comptes rendus*, 136, 1904, p. 738, 921, 983; 134, 1902, p. 514, 689.

S. Sabetay ([1]). Une Note ultérieure ([2]) a précisé et détaillé la marche et la cinétique de cette réaction, appliquée spécialement aux alcools secondaires.

Pour compléter ces données, nous avons traité de la même façon un certain nombre d'alcools primaires aliphatiques, à poids moléculaire élevé, pour aboutir aux aldéhydes correspondants, à odeurs spéciales et puissantes et que la parfumerie utilise de plus en plus ([3]).

Ces alcools primaires sont beaucoup plus difficiles à déshydrogéner que les alcools secondaires, et le rendement en aldéhyde oscille autour de 20 % (au lieu de 80 %). Néanmoins la méthode présente un réel intérêt, permettant la préparation d'aldéhydes moins facilement accessibles autrement.

Le mode opératoire consiste à chauffer, dans un ballon, l'alcool additionné de 5 % de son poids de nickel réduit. Le chauffage se fait au bain métallique, dont la température est soigneusement réglée et maintenue constante.

A l'arrêt de la réaction, on filtre à chaud, pour séparer le nickel. Puis on dose l'aldéhyde par oximation à froid et l'alcool par acétylation pyridinée.

La somme alcool + aldéhyde est toujours inférieure à 100 %. Le déchet qui croît avec la température, est représenté par une fraction de tête, qui est un carbure de dégradation et que nous n'avions pas à étudier ici ([4]).

I. *Influence du temps de chauffage*. — Le tableau ci-dessous, relatif à la déshydrogénation de l'alcool laurique, présente les résultats, en fonction du temps, à la température de 250° (bain métallique).

Temps en minutes	10.	20.	30.	60.	120.	210.
Aldéhyde %	6	8	9,5	15	20	12
Alcool %	91	88	85	76	59	33
Somme %	97	96	94,5	91	79	45

Comme on le voit, la disparition de l'alcool peut être regardée comme rigoureusement linéaire, en fonction du temps, sauf pour les dix premières

([1]) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 109.

([2]) L. Palfray, S. Sabetay et A. Halasz, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1654.

([3]) La déshydrogénation catalytique d'un certain nombre d'alcools aliphatiques a fait l'objet d'intéressants travaux de R. Paul, mais utilisant uniquement le nickel Raney (*Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1319 et *Bull. Soc. Chim.*, 5, 1938, p. 1592).

([4]) On trouvera les détails dans une publication ultérieure de H. Gault, L. Palfray et Hsu; Cf. *Société Chimique de France* (*Bull. mensuel*, 1939, n° 12, p. 6).

minutes, ce qui est tout naturel, puisque le niveau de température ne peut pas s'établir instantanément.

Il n'en va pas de même pour la quantité d'aldéhyde présent, qui augmente beaucoup moins vite et même passe par un maximum au bout de 2 heures. C'est donc qu'il se fait une réaction secondaire aux dépens de l'aldéhyde et qui tend à devenir prépondérante avec le temps.

II. *Influence de la température.* — Des essais comparatifs ont été faits à des températures échelonnées de 220° à 280°, avec une durée uniforme de chauffage de 1 heure.

Température	220.	250.	265.	280.
Aldéhyde %	3,5	15	18,5	19
Alcool %	88	76	68	64
Somme %	91,5	91	86,5	83

La quantité d'aldéhyde augmente avec la température, mais aussi le déficit correspondant à la dégradation d'une partie de l'aldéhyde.

III. *Influence de la pression.* — On pouvait penser que sous un vide partiel de 150^{mm}, l'aldéhyde distillerait et échapperait à la dégradation. Mais les rendements n'ont pas été améliorés, ce qui tient sans doute à la proximité des pointes d'ébullition de l'alcool et de l'aldéhyde de poids moléculaire élevé. Pour des homologues inférieurs, on peut espérer que les résultats seraient meilleurs.

IV. *Résultats.* — Nos essais ont porté sur les alcools saturés normaux en C^{11}, C^{12}, C^{14}, C^{16} et C^{18}. Les aldéhydes formés ont été facilement séparés de l'alcool à l'état de combinaison bisulfitique. Après lavage soigné à l'éther, la combinaison bisulfitique a été décomposée par traitement à SO^4H^2 dilué, ce qui nous a permis d'isoler les aldéhydes à l'état pur. Nous les avons caractérisés par leurs semicarbazones qui sont connues.

Les aldéhydes suivants :

		F.
Undécanal	Semicarbazone	101°
Dodécanal (laurique)	»	102,5
Tétradécanal (myristique)	»	106,5
Hexadécanal (palmitique) [5]	»	107
Octadécanal (stéarique)	»	107

---

[5] L'aldéhyde ainsi obtenu est identique (fusion mélangée) à celui que S. Sabetay et L. Trabaud ont récemment isolé de l'essence concrète de mimosa et caractérisé comme étant l'aldéhyde palmitique. C'est même cette identification qui a été le point de départ du présent travail.

moins commodément accessibles par d'autres voies, ont été ainsi obtenus par une méthode rapide, commode et sans doute facile à généraliser.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Structure cytologique et rôle physiologique des organes piliformes des Céramiacées.* Note [1] de M. et Mme **Jean Feldmann**, transmise par M. Alexandre Guilliermond.

Les poils unicellulaires, hyalins, des Floridées sont généralement considérés à la suite de Rosenvinge [2] et d'Oltmanns [3], comme des organes d'absorption des substances nutritives dissoutes dans l'eau de mer.

L'étude de la structure cytologique de ces poils chez diverses Céramiacées (*Callithamnion granulatum* et *Seirospora Giraudyi* en particulier) nous permet d'apporter des arguments en faveur de cette hypothèse. Ces poils naissent au sommet des cellules terminales des rameaux en voie de croissance et constituent des filaments cylindriques, pouvant atteindre 300^{μ} de long et qui ne mesurent en général que 4 à 6^{μ} de large.

Les poils très jeunes présentent un cytoplasme homogène qui paraît dépourvu de plastes et qui renferme un noyau central. Dans les poils plus âgés, une large vacuole occupe la presque totalité de la cellule, sauf à ses extrémités, où le cytoplasme forme une partie réfringente, séparée de la vacuole par un ménisque; le noyau est situé dans cette région, mais ne tarde pas à dégénérer. Dans les poils adultes, il est impossible de le mettre en évidence. La large vacuole de ces poils se colore intensément et très rapidement par les colorants vitaux. Alors que dans les autres cellules de l'algue, il existe à l'extérieur de la membrane une fine pellicule constituant une cuticule pectique intensément colorable par le rouge de ruthénium, on constate que dans les poils cette couche externe n'existe pas, ceux-ci déchirant au moment de leur naissance la cuticule de la cellure-mère qui persiste à leur base. De plus, la membrane des poils, moins riche en général en composés pectiques que celle des autres cellules de la fronde, ne subit pas comme elle de gonflement post-mortem et présente une

(1) Séance du 11 décembre 1939.

(2) *Oversigt Danske Vidensk. Selsk. Forhandl.*, 1903, p. 445; *Biolog. Arbejder-tilegnede Eug. Warming*, 1911, p. 214.

(3) *Morphologie and Biologie der Algen*, 1905, p. 198.

structure homogène. Enfin, le synaspe, qui unit la cellule du poil à la cellule terminale du rameau, présente en général un diamètre plus grand que celui des synaspes qui unissent entre elles les autres cellules de la fronde.

Chez les *Griffitsia*, les poils hyalins, unicellulaires, font défaut, mais chez certaines espèces, *Griffitsia Schousbœi* par exemple, existent des organes piliformes, constituant des rameaux à croissance limitée qui naissent vers le sommet des grosses cellules vésiculeuses des parties jeunes de la fronde, où ils sont disposés en verticilles. Ces organes, formés de cellules minces et très allongées, sont ramifiés en verticilles successifs. Chacune des cellules, d'abord uninucléée, puis rapidement plurinucléée, présente un cytoplasme pariétal, mince, dans lequel on distingue des plastes filamenteux, très minces et presque incolores ayant l'aspect de chondriocontes. Le système vacuolaire présente une disposition très particulière. Les trois quarts inférieurs de la cellule sont occupés par une large vacuole centrale, limitée sur le côté par une mince couche de cytoplasme pariétal, alors que vers la base de la cellule le cytoplasme forme un ménisque réfringent et homogène assez épais. Dans le quart supérieur de la cellule, le cytoplasme est bourré de nombreuses vacuoles sphériques, de petite taille, serrées les unes contre les autres et donnant au cytoplasme de cette région un aspect spumeux. Le bleu de crésyle fait apparaître dans ces vacuoles de nombreuses granulations métachromatiques.

Ces particularités cytologiques confirment le rôle absorbant qui a été attribué à ces organes. Dans le cas des poils hyalins, unicellulaires, la rapidité de pénétration des colorants vitaux, la largeur relative du synaspe situé à leur base et en particulier l'absence de cuticule dont l'existence est constante dans les autres cellules de la fronde, nous paraissent en faveur de l'hypothèse du rôle absorbant de ces poils. En effet, la cuticule pectique des Céramiacées est relativement peu perméable. Nous avons pu constater dans le cas des cellules végétatives de *Bornetia secundiflora* qu'elle était imperméable à la phycoérithrine dissoute qui traverse facilement la membrane celluloso-pectique sous-jacente.

En ce qui concerne les ramules verticillés de *Griffitsia*, la polarisation très nette du système vacuolaire, par suite de la localisation au sommet des cellules de nombreuses petites vacuoles agrégées rappelant tout à fait la structure que nous avons récemment décrite dans les cellules axiales de l'*Asparagopsis armata* (4), doit être considérée comme l'indice de

(4) M. et Mme FELDMANN, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1743.

l'existence d'un courant de substances dissoutes à travers ces cellules [Mangenot ([5])].

Ces organes piliformes ont vraisemblablement pour rôle d'absorber les substances nutritives salines existant dans l'eau de mer, et peuvent être assimilées dans une certaine mesure aux poils absorbants des racines des plantes vasculaires.

BOTANIQUE. — *Culture de la Pomme de terre à partir de tubercules provenant de semis aseptiques de graines.* Note de MM. **Joseph Magrou, René Legroux** et **Joseph Bouget**, présentée par M. Louis Martin.

L'un de nous a montré ([1]) que des graines de Pomme de terre (*Solanum tuberosum* L), désinfectées par l'eau oxygénée et semées en tubes à essais stériles sur coton imbibé de solution de Knop renfermant une proportion convenable de glucose ou de glycérine, donnent des plantules aseptiques capables de tubériser. Les petits tubercules produits dans ces conditions sont, aux dimensions près, d'apparence et de structure normales. Ce fait a été confirmé par M. Molliard ([2]), qui employait pour ses semis des solutions de saccharose en liquide de Knop, équimoléculaires à celles qui nous avaient donné ces résultats.

Plantés en pots dans de la terre du jardin de l'Institut Pasteur, les petits tubercules ainsi obtenus n'ont donné que des ébauches insignifiantes de développement. Transportés aseptiquement dans des tubes à essais stérilisés, sur coton imbibé de solution de Knop glucosée à 2 ou à 5 °/₀, certains d'entre eux se sont développés abondamment, mais sans tubériser; d'autres ont donné des plantes qui ont produit à leur tour des tubercules plus gros que ceux qui leur avaient donné naissance. (L'un de ces tubercules *secondaires*, obtenu en tube, atteint la taille d'un noyau de cerise, alors que les dimensions des tubercules *primaires* ne dépassent généralement pas celles d'un grain de blé.)

D'autre part des tubercules primaires, provenant directement des semis aseptiques de graines, ont été plantés, en mai 1939, à Bagnères-de-Bigorre,

---

([5]) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1431.

([1]) J. Magrou, *C. R. Soc. Biol.*, 127, 1938, p. 793; 130, 1939, p. 1163.

([2]) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1257.

en godets, dans une terre non fumée, prélevée dans de hautes prairies pyrénéennes uniquement peuplées de plantes sauvages. Après développement des premières pousses feuillées, un certain nombre de plantes ont été rempotées dans la même terre et conservées à Bagnères, sous cages métalliques grillagées destinées à les protéger contre les pucerons transmetteurs de virus; d'autres ont été repiquées en pleine terre, dans des champs d'expériences étagés sur les pentes du Pic du Midi, à 1400 et à 1700^{m} d'altitude. A l'arrachage, fait au début de novembre, on a constaté la production, à la base de chaque pied, d'environ cinq tubercules de grosseur moyenne, en tout semblables aux tubercules-semences employés en agriculture.

Les radicelles de ces plants cultivés en terre des hautes altitudes se sont montrées largement envahies par un champignon endophyte présentant les arbuscules caractéristiques des champignons de mycorhizes, fait qui confirme les constatations que nous avions faites antérieurement avec J. Costantin, sur des Pommes de terre cultivées dans les mêmes terrains ([3]).

Les maladies à virus ne se transmettant pas par les graines; les tubercules issus des semis aseptiques en sont à coup sûr exempts. Il en est de même des tubercules secondaires obtenus par culture des tubercules primaires aseptiques sous grillage métallique. Ces tubercules secondaires représentent donc des semences offrant toutes garanties contre la propagation des virus. Nous poursuivons actuellement des essais d'application en grand de cette nouvelle méthode de sélection, qui pourrait fournir un moyen de lutter efficacement contre les maladies de dégénérescence de la Pomme de terre.

ZOOLOGIE. — *Une nouvelle espèce de bovidé asiatique.*

Note de M. **Achille Urbain**, transmise par M. Auguste Chevalier.

Au cours de trois Notes parues depuis 1937 ([1]) nous avons présenté une nouvelle forme de bovidé asiatique : le Kou Prey ou Bœuf gris cambodgien. Cet animal, que nous avions rapporté jeune du Cambodge, est

---

([3]) J. Costantin, J. Magrou, J. Bouget et V. Jaudel, *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 1195; J. Costantin et J. Magrou, *Ann. Sc. Nat. Bot.*, 10e série, **17**, 1935, p. 37.

([1]) Achille Urbain, *Bull. Soc. Zool. de France*, **62**, 1937, p. 305-307; *Mammalia*, 1937, p. 256-258; Achille Urbain, P. Rode et M.-A. Pasquier, *Mammalia*, 1939, p. 122-125.

maintenant adulte et nous tenons à préciser ses caractères en le désignant comme type (Holotype) de l'espèce nouvelle à laquelle nous avions déjà proposé de donner le nom de *Bos* (*Bibos*) *sauveli* (²).

Bos (Bibos) sauveli sp. nov. — *Holotype*. — Capturé jeune aux environs de Tchep, Nord-Cambodge, en juillet 1936, ♂ adulte (4 ans en décembre 1939). Vivant au Parc Zoologique du Bois de Vincennes (Paris).

Caractères. — Dimensions : Hauteur au garrot, $1^m,57$ (Certains sujets peuvent atteindre $1^m,90$).

Ce bovidé diffère du Banting et du Gaur. Il est plus élancé que le Gaur et possède un fanon très développé qui n'existe pas chez le Banting. D'une façon générale d'ailleurs, ses formes sont moins lourdes, plus gracieuses que celles des autres bovidés asiatiques.

Le pelage est gris très foncé, presque noir. Il devient noir mat chez les vieux taureaux avec des neigures aux épaules et sur la croupe. Le poil est court et fin, donnant un aspect velouté à la robe.

Les cornes cylindriques sont claires à la base, noires à l'extrémité. Elles sont largement écartées et se recourbent vers l'avant. Des stries délimitant des parties superficielles de corne sont visibles près de la pointe. Ces écaillures, ainsi que nous avons pu le constater chez de vieux mâles, peuvent former des rosaces de filaments cornés. Le front est dépourvu de dépression; le chignon est étroit, couvert d'un poil ras, velouté. Le garrot est puissant, sans déformation musculaire, prolongé en arrière sur la région dorsale.

Les oreilles sont fines et fuselées.

Les yeux sont marrons.

Les extrémités des membres sont blanches, mais le devant des membres antérieurs est noir par places, ainsi que la partie située au-dessus des sabots, aux membres postérieurs. Ces extrémités sont très fines.

Le fanon est très développé.

La queue est longue, tombant presque jusqu'aux talons.

Répartition géographique : Cambodge. Le Kou-Prey est très rare et vit dans les forêts clairières.

(²) Dédié à M. Sauvel.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur l'évolution et la signification de l'appendice des Primates.* Note de M. **Frédéric Gluckmann**, transmise par M. Maurice Caullery.

Une foule de constatations cliniques frappantes, que l'on recueille journellement dans les services chirurgicaux, détermine le clinicien à se demander souvent si l'aphorisme classique, qui considère l'appendice comme un organe rudimentaire et régressif, est vraiment valable. Morphologiquement parlant, la thèse régressiste, pour être légitime, doit se baser sur des constatations nettes et précises, ou du moins, ne pas être démentie par des faits contraires; il faudrait trouver l'organe considéré, dans l'échelle zoologique, à un état progressif de régression, jusqu'à la forme anatomique présentée par l'Homme. Or les réalités anatomo-comparatives, corroborées par tous les faits menus et « insignifiants », constatés au lit du malade comme épiphénomènes de la suppression d'un appendice indemne, montrent toute la fragilité de cet aphorisme, qui ne se fonde même pas sur quelque raison d'ordre scientifique, mais tout bonnement sur les dimensions réduites de l'organe, sur l'ignorance patente de sa signification réelle, et encore sur la parfaite commodité de son enlèvement....

L'appendice vermiculaire ne se rencontre dans aucune espèce animale, sauf les Primates, et, parmi ce groupe, seulement chez les plus évolués. Ce sont les Singes cynomorphes qui commencent à présenter une différenciation du sommet cæcal dans un sens appendiculaire, c'est *la première ébauche* de l'appendice. Les Anthropoïdes offrent une disposition sensiblement humaine. Les relations phylétiques de l'appendice cæcal dans l'échelle, constatées comme des réalités indubitables, feront l'objet d'une communication à part.

Toujours est-il qu'embryologiquement, l'appendice apparaît au début du deuxième mois fœtal et se réalise par un simple ralentissement d'accroissement de la pointe virtuelle appendiculaire du cæcum. Ce phénomène ne plaide point pour sa signification atrophique. L'atrophie d'un organe s'opère par une diminution *en masse* de tous ses composants anatomiques, remplacés par du tissu indifférent; et non par *son effilement*, d'abord, et par un développement et *un perfectionnement* de tous ses autres éléments tissulaires, ensuite.

L'élément histologique essentiel de l'appendice humain est la cellule argentaffine. De provenance *ectodermique* (ce qui la distingue donc origi-

nellement de tous les autres éléments cellulaires de l'appendice), elle présente une affinité micro-chimique élective pour les sels de chrome et d'argent, et contient par conséquent de l'adrénaline, ou son noyau. Elle possède la propriété (découverte par Masson) *de migration* vers le stroma nerveux, qui est *d'une richesse remarquable* dans l'appendice. Dans un organe considéré comme atrophique, quelle peut donc être la signification de ce développement nerveux? Quoi qu'il en soit, ces cellules ne se rencontrent que *chez les enfants et les jeunes sujets*. Pendant leur activité, elles projettent le produit adrénalinique directement sur les nerfs.

Système autonome appendiculaire. — L'ensemble des cellules argentaffines peut donc être regardé comme un groupe paraganglionnaire autonome, dont les éléments adrénalinipares sont dispersés au voisinage des nerfs sensibles, qu'ils stimulent *directement* et sans l'intervention d'un vecteur diluant, ce qui augmente au paroxysme l'intensité de leur action. La substance adrénalinique provoque ainsi un péristaltisme énergique du cæco-colon ascendant, et, secondairement, par sa pénétration dans l'économie, des réactions, mal déterminées, mais évidentes, dans la sphère génitale et sur le métabolisme des graisses. L'instauration des fonctions sexuelles introduit une suppléance naturelle de cette sécrétion, et s'accompagne de la disparition des cellules argentaffines, ainsi que de l'oblitération de l'organe, qui constitue le terme ultime de son involution naturelle.

Mécanisme de son action. Sa genèse. — Le gros intestin d'un animal quadrupède se trouve, du cæcum à l'anus, y compris le côlon dit ascendant, étalé dans un plan *complètement horizontal*. La progression des matières se fait donc chez lui dans des conditions faciles.

Chez l'Homme et chez les Singes anthropoïdes, à attitude bipède, le côlon droit est plus ou moins *nettement vertical*, de sorte que la progression des matières fécales est devenue précaire, voire même impossible, sans l'intervention d'un facteur moteur surajouté.

Les premiers Singes qui présentent des tentatives caractérisées d'érection, sont représentés par la famille des Cynomorphes. Les difficultés accentuées de la progression péristaltique, occasionnées par leur station verticale de plus en plus prolongée, ont provoqué un état de *tension* continue du nœud cæcal primitif, qui a engendré son hypertrophie; et, d'autre part, *une rétraction* circulo-musculaire défensive de la pointe cæcale, soustrayant ainsi son substratum, d'une sensibilité et d'une fragilité extrêmes, à l'action nocive des matières septiques en contact direct

avec sa muqueuse. La pointe cæcale, d'abord contractile, s'est *ankylosée* à force de répétitions incessantes, et s'est fixée dans cet état. Ce phénomène contractile et passager est réel. Il ne constitue pas une simple vue de l'esprit. Nous l'avons provoqué *expérimentalement* et constaté *de visu* sur un Cynocéphale vivant.

Une fois fixé, le point d'insertion a présenté, par ailleurs, une tendance continue et très nette *à une migration* vers une région plus supérieure du cæcum, étant ainsi soustraite, plus efficacement encore, à l'action des matières infectieuses appliquées *directement* sur son embouchure, et il s'est muni *d'une valvule*.

Cette évolution schématique de l'appendice est fidèlement reproduite dans la série des Primates, en se superposant sur les divers types phylétiques. Des données complètes, illustrées d'une riche iconographie, seront produites prochainement, dans un travail réalisé au Laboratoire d'Anatomie pathologique de M. le Pr. Roger Leroux.

L'appendice de l'Homme et des Anthropoïdes supérieurs ne représente, par conséquent, qu'une simple accentuation de la forme primitive devenue permanente, et son perfectionnement (par la métamorphose des éléments argentaffines banaux), corrélatif de l'adoption plus complète et plus définitive de l'attitude bipède verticale, qui a déterminé une insuffisance fonctionnelle grave dans le processus de propulsion des matières lourdes et épaisses cæco-ascendantes.

PHYSIOLOGIE. — *Un autodistributeur de vide et de gaz comprimés, pour usage physiologique ou d'autres applications.* Note de M. **J.-André Thomas**, présentée par M. Paul Portier.

L'utilisation des appareils à perfusion précédemment inventés [1], ainsi que l'observation de quelques autres instruments d'usage physiologique ont conduit à construire un nouveau distributeur automatique de vide et de gaz comprimés. Cet ensemble métallique est établi pour un fonctionnement prolongé; il est adapté à la production de phases, de dépression et de pression, alternatives ou synchrones, dont les caractéristiques principales sont réglables en cours de marche.

Les pièces essentielles de cet appareil, supportées par des carters de

---

[1] André Thomas, *Ann. physiol. physicoch. biol.*, 14, 1938, p. 799-813.

fonderie, consistent en une paire de soupapes étanches et de cames profilées identiques qui les actionnent; celles-ci sont elles-mêmes entraînées par un système commun de transmission, régi par un variateur de vitesse. Par la combinaison du réglage vertical et horizontal de chaque came on obtient une ouverture plus ou moins grande de la soupape correspondante, pendant un intervalle de temps court ou long. Le rythme imposé à la dépression et à la pression, portées à un taux relativement fixe dans leur réservoir correspondant, résulte du jeu des soupapes dont la grandeur et la durée d'ouverture sont respectivement égales ou différentes.

Le schéma d'interprétation ci-contre permet de représenter l'ensemble du distributeur. Une motopompe à vide et à air comprimé Mp (ou une source quelconque de vide et d'air ou de gaz comprimés) alimente, d'un côté, le réservoir Rv pourvu d'un indicateur de vide et d'un reniflard R^d, de l'autre, le réservoir de pression Rp muni d'un manomètre et d'une soupape d'échappement Se. Le reniflard sert à limiter le degré de vide dans Rv et, par l'intermédiaire d'une courte canalisation, dans la chambre à vide $Ch\,v_1$. La soupape d'échappement remplit le même office pour les gaz comprimés dans Rp et la chambre à pression $Ch\,p_1$ (2). Une soupape S, de chaque côté, distribue le vide dans la chambre $Ch\,v_2$ et la pression dans $Ch\,p_2$. L'aspiration ainsi que le flux de gaz comprimés, filtrés par le déshuileur D, sont répartis dans des conduits séparés ou dans un conduit commun s'ils sont alternatifs, par une tuyauterie bypasse constituée par deux robinets à trois voies. La queue des deux soupapes S est rendue étanche par un tube thermostatique qui obéit aux mouvements d'abaissement résultant de la pression exercée sur lui par une glissière et à ceux dus à l'action d'un ressort de rappel.

Le moteur M entraîne un réducteur, puis un variateur de vitesse Vv, composé actuellement d'un galet faisant tourner un cône et pouvant se déplacer le long de la génératrice de celui-ci. Il imprime très progressivement à l'arbre de l'une et l'autre came, par la transmission T, faite d'axes et de pignons, toutes les vitesses comprises entre 16 et 104 rotations à la minute, par exemple.

---

(2) Indiquons, pour fixer les idées, que la pompe utilisée actuellement, mue par un moteur silencieux 1/2 CV, engendre un volume d'air de 4500 litres environ à l'heure; elle peut entretenir, en même temps, dans les réservoirs respectifs, une dépression de l'ordre de 35^{cm} de mercure et une pression de 1^{kg}.

La forme des cames profilées (schématisées en C') est telle, que de leur extrémité antérieure à l'autre, la longueur de leur arc portant croît. Un bouton de réglage horizontal Bh, commandant le glissement de chacune d'elles par rapport à l'axe vertical des soupapes, permet donc de diminuer

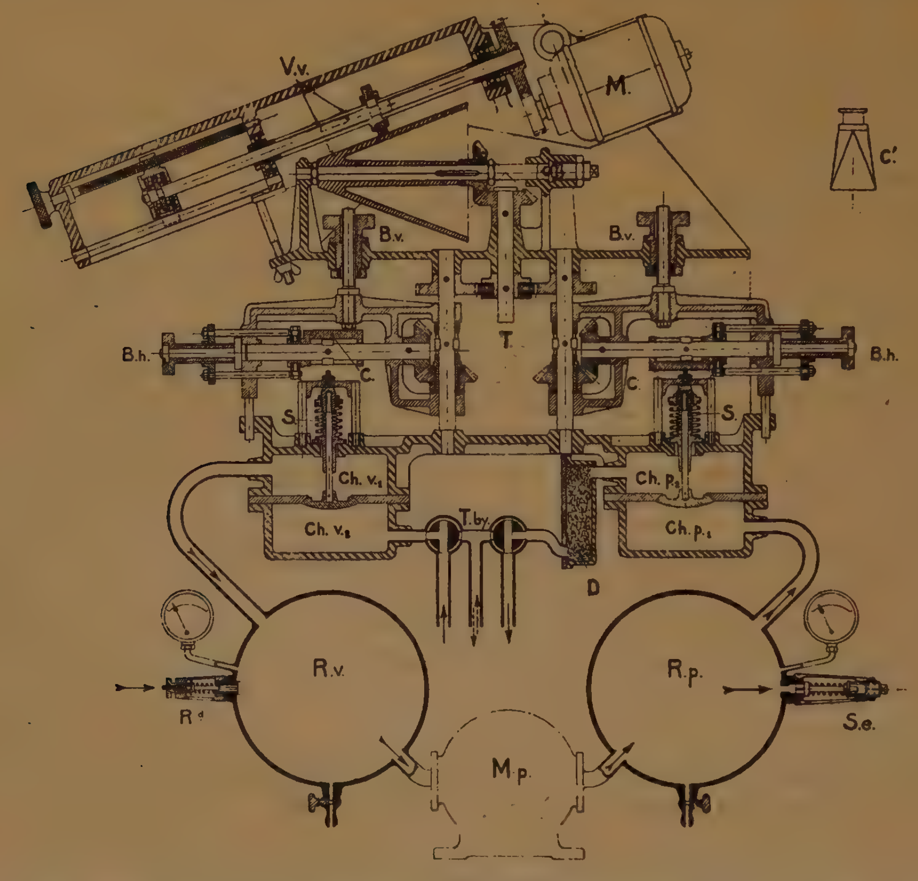


Schéma d'interprétation de l'autodistributeur de vide et de gaz comprimés. Explication dans le texte.

ou d'augmenter la durée des phases de dépression ou de pression. De même, un bouton de réglage vertical Bv assure, par le moyen d'un pignon à axe coulissant, le déplacement de haut en bas de tout le statif de chaque came. Il en résulte que la poussée sur la glissière des soupapes, par l'intermédiaire d'un petit galet tournant, est plus ou moins considérable : la course atteint 10^{mm}. Enfin, le synchronisme dépend de l'orientation des cames autour de leur arbre : lorsqu'elles sont en position inverse le fonctionnement est régulièrement alternatif.

Les caractéristiques réglables de l'instrument qui, d'ailleurs, influencent chacune le débit dans une certaine mesure (vitesse de rotation; taux de la dépression et de la pression; synchronisme, dyschronisme et, surtout, grandeur et durée indépendantes des phases), permettent de produire des rythmes adaptés aux conditions physiologiques de la respiration et de la perfusion, ou utilisés au cours d'autres travaux du laboratoire et de la pratique.

PHARMACODYNAMIE. — *Influence de l'échitamine sur les effets hypertenseurs et vaso-constricteurs rénaux de l'adrénaline*. Note de M. RAYMOND-HAMET, présentée par M. Paul Portier.

Bien qu'on leur ait attribué une même formule brute $C^{22}H^{28}N^{2}O^{4}$ et bien qu'ils appartiennent tous deux au groupe des alcaloïdes indoliques, la corynanthéine et l'échitamine ont, nous l'avons montré précédemment [1], une action physiologique fort différente; alors, en effet, que la corynanthéine transforme en hypotension l'hypertension provoquée par les doses moyennes d'adrénaline, l'échitamine ne la diminue pas, du moins à la dose de 36^{mg} par kilogramme, et peut même, dans certains cas, augmenter sa durée et accroître en même temps la vaso-constriction rénale apparente qui l'accompagne.

Ayant pu disposer d'une quantité suffisante de ce rare alcaloïde, nous avons pu constater que si, à dose faible, il renforce et prolonge nettement les effets hypertenseurs et vaso-constricteurs rénaux de l'adrénaline, à dose très forte il diminue un peu la hauteur, mais augmente beaucoup la durée de l'hypertension produite par cette amine, cependant qu'il transforme en un accroissement très marqué la réduction du volume rénal qui accompagnait initialement cette hypertension.

C'est ainsi, par exemple, que dans une de nos expériences les effets de l'injection intraveineuse de $0^{mg},02$ d'adrénaline ont été, par l'échitamine, modifiés comme il suit.

Initialement la pression carotidienne, qui avait été élevée de 171 à 252, soit de 81^{mm} de Hg, était revenue en 88 secondes à son niveau antérieur, le rein subissant alors une nette diminution de son volume avec abolition de son pouls (*fig.* 1). Après administration, en deux injections successives,

(1) RAYMOND-HAMET, *C. R. Soc. Biol.*, 116, 1934, p. 1022-1025.



Chien ratier à poils ras de 8^{kg}, anesthésié par le chloralose (14^{cg} par kg), bivagotomisé au cou et soumis à la respiration artificielle. 1re et 4e lignes : temps en secondes; 2e et 5e lignes : variations du volume du rein enregistrées par l'oncographe d'Hallion et Comte par nous modifié; 3e et 6e lignes : modifications de la pression carotidienne enregistrées au moyen du manomètre à mercure. On a injecté dans la saphène, en chacun des 3 points marqués par une flèche accompagnée du chiffre 2, $0^{mg},02$, au point indiqué par une flèche suivie du chiffre 5, $0^{mg},05$ d'adrénaline. Entre le tracé 1 et le tracé 2, l'animal a reçu deux injections intraveineuses successives de chacune 32^{mg} de chlorhydrate d'échitamine. Entre les tracés 2 et 3, on a administré au chien, en injections intraveineuses successives, 64, 128, 256, 512^{mg}, enfin $1^{g},024$ de ce même chlorhydrate. Tracés réduits de moitié.

de 8mg de chlorhydrate d'échitamine par kilogramme, la pression carotidienne qui avait monté de 126 à 224, c'est-à-dire de 98mm de Hg, s'était retrouvée en 118 secondes à son niveau initial, cependant que l'oncogramme traduisait une vaso-constriction très nettement augmentée tant en amplitude qu'en durée (*fig.* 2). L'animal ayant encore reçu : 8, 16, 32, 64, puis 128mg, soit au total 256mg, de ce même chlorhydrate par kilogramme, la pression carotidienne s'était haussée de 104 à 166, soit de 62mm de Hg, et n'avait pas encore regagné son niveau initial en 238 secondes, mais l'oncogramme, presque parallèle au tracé de la pression carotidienne, ne révélait plus qu'une dilatation marquée du volume rénal s'accompagnant au début d'une très légère diminution du pouls qui traduisait encore l'existence d'une très faible action vaso-constrictive (*fig.* 3-2). Il a suffi d'ailleurs d'augmenter alors la dose d'adrénaline injectée pour que cette action vaso-constrictive devint capable de s'exprimer sur l'oncogramme non seulement par l'abolition du pouls du rein, mais encore par une diminution marquée du volume de cet organe (*fig.* 3-5).

Douée à dose moyenne d'un pouvoir sympathicosthénique certain, l'échitamine possède donc à dose très forte une faible action sympathicolytique mineure.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'absence de cholinestérase dans la glande à pourpre des* Murex *et sa signification.* Note de M. **Antoine Jullien**, présentée par M. Paul Portier.

Par extension des résultats obtenus chez les Vertébrés, la présence d'acétylcholine jointe à celle de son agent hydrolysant, la cholinestérase, dans de nombreux organes d'Invertébrés, a été considérée par la plupart des auteurs comme une présomption en faveur d'une médiation cholinergique chez ces animaux. Mais les faits expérimentaux n'ont pas (sauf dans quelques cas) apporté de confirmation à la réalité d'un tel mécanisme. En particulier, dans l'embranchement des Mollusques, et bien que tout récemment H. Frédéricq (1) en ait cherché la preuve indirecte, il paraît jusqu'ici être en défaut [Bacq et Coppée (2), Kruta (3)]. C'est la conclusion que nous avons nous aussi formulée à la suite de particularités observées

(1) *Arch. internat. Physiol.*, 49, 1939, p. 299.
(2) *Arch. internat. Physiol.*, 45, 1937, p. 310.
(3) *C. R. Soc. Biol.*, 122, 1936, p. 582.

en 1932 ([4]) et 1936 ([5]) sur le comportement fonctionnel du cœur chez certains Gastéropodes Prosobranches de la famille des Muricidés (*Murex*). De telles constatations posent déjà le problème d'un rôle de l'acétylcholine autre que celui de médiateur chimique et elles sont corroborées par les données recueillies sur la glande à pourpre dans ce même genre.

La glande à pourpre est extrêmement riche en esters de la choline, principalement en acétylcholine. De nos dosages pratiqués en 1938 avec D. Vincent ([6]), il résulte que l'équivalent acétylcholine dans cet organe est de 130 à 200 γ par gramme de tissu. Ces chiffres représentent un minimum. D'après des dosages que nous venons d'effectuer, la teneur serait comprise entre 200 et 300 γ par gramme.

Si l'on étudie le pouvoir cholinestérasique de l'extrait de glande à pourpre par le procédé dont se sont servis D. Vincent et A. Julien ([7]) pour d'autres organes (inactivation, appréciée par le muscle dorsal de Sangsue ésériné, de solutions d'acétylcholine chimiquement pure à une concentration déterminée contenant des dilutions progressives de l'extrait d'organe), on constate qu'il ne se produit pas d'hydrolyse du produit; pour aucune dilution, il n'y a disparition de la réponse du muscle de Sangsue. Bien au contraire, pour les solutions les plus riches en extrait, la contraction est renforcée par l'acétylcholine propre de l'extrait.

D'autre part nous avons effectué pendant une semaine des dosages quotidiens d'acétylcholine dans des extraits concentrés de glande à pourpre préparés en Ringer non ésériné et conservés à la température du laboratoire. Les taux successifs obtenus ne montrent pas de changements appréciables, sauf des oscillations imputables au degré d'approximation de la méthode; ils varient de 220 à 300 γ. Après 15 jours, la teneur en acétylcholine dépasse encore 100 γ et s'étend jusqu'à 200 γ.

Il résulte de ces observations que la glande à pourpre semble dépourvue de toute activité cholinestérasique. Cette opposition entre la haute teneur en acétylcholine et l'absence de cholinestérase est non seulement une exception remarquable au principe admis et souvent vérifié du parallélisme assez rigoureux entre ces deux facteurs; elle montre de plus que la seule détermination du taux de l'acétylcholine d'un organe non accompagnée de

---

([4]) A. Jullien et G. Morin, *Arch. internat. Physiol.*, 35, 1932, p. 143.
([5]) A. Jullien, *Thèse de Médecine*, Lyon, 1936.
([6]) *C. R. Soc. Biol.*, 127, 1938, p. 1506.
([7]) *C. R. Soc. Biol.*, 127, 1938, p. 628.

la recherche de son pouvoir cholinestérasique ne peut fournir aucune indication quant au rôle fonctionnel de cette substance, et notamment quant à son rôle éventuel d'intermédiaire dans la transmission de l'excitation nerveuse. Les déductions tirées de l'étude de la glande à pourpre confirment les résultats déjà acquis chez les Mollusques où la théorie neurohumorale est en défaut. L'absence de cholinestérase dans un organe par ailleurs richement pourvu en acétylcholine, apporte la preuve indubitable que celle-ci n'a pas, au moins dans certains cas bien typiques, le rôle obligatoire de médiateur, mais qu'elle a d'autres fonctions qu'il importe, par de nouvelles recherches, d'élucider.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action de la chaleur sur l'hémoglobine et étapes réversibles de la coagulation des protéides.* Note de MM. **Jean Roche** et **Mohamed-Salah Chouaïech**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Les protéides coagulés par la chaleur peuvent, dans certaines conditions, être mis en solution et, pour Anson et Mirsky, leur coagulation doit être considérée comme réversible. Bien que cette opinion soit en général admise sans réserve, il nous a paru que l'identité des produits solubles obtenus après action de la chaleur (protéides réversés) et celle des corps naturels méritait d'être établie avec plus de précision qu'il n'a été fait jusqu'ici. Nous avons à ce sujet étudié, d'une part, la pression osmotique et le poids moléculaire de l'hémoglobine de Bœuf naturelle ou réversée après coagulation par la chaleur et, d'autre part, la résistance à l'action des bases de la liaison hématine-globine, dans les mêmes corps.

Certains échantillons du pigment pur ont été étudiés à l'état naturel; d'autres ont été coagulés à 90°, puis traités par une solution faiblement alcaline de cyanure de potassium, suivant le procédé d'Anson et de Mirsky (1). Les solutions obtenues, dialysées après réduction, puis agitées au contact d'oxygène, contiennent une oxyhémoglobine réversée, dont les caractères spectrophotométriques sont identiques à ceux du corps naturel. Dans une première série de recherches, nous avons déterminé la pression osmotique et le poids moléculaire de tous ces chromoprotéides par la méthode d'Adair (2), appliquée à des solutions en équilibre osmotique à 0° avec des mélanges tampon M/15 de phosphates alcalins (Sörensen) de pH 7,38. Nous nous sommes bornés à calculer pour chaque osmomètre le poids moléculaire

(1) *Journ. of gen. Physiol.*, 13, 1929, p. 133; 13, 1930, p. 477; 14, 1931, p. 597.
(2) *Proc. Roy. Soc.*, A, 108, 1925, p. 627.

apparent des corps étudiés, M/Φ; suivant la formule $M/\Phi = (10RT)/\pi$, dans laquelle $\pi = C/p$ est la pression osmotique par unité de concentration, p étant la pression osmotique (mm Hg), C la teneur en protéide de la solution (gr. pour 100^{cm^3}), R la constante des gaz et T la température absolue ([3]). Dans une seconde série d'expériences, nous avons étudié la vitesse de dédoublement des mêmes hémoglobines en hématine et globine sous l'action de la soude M/20 (réaction de von Krüger), par la technique spectrophotométrique d'Haurowitz ([4]).

L'ensemble de nos résultats expérimentaux, portant sur 7 préparations et comprenant 60 déterminations de poids moléculaire, peut être résumé ainsi :

1° L'hémoglobine sanguine de Bœuf réversée après coagulation par la chaleur n'est pas identique au chromoprotéide naturel, bien que présentant les mêmes caractères spectraux. Elle s'en distingue à la fois par une diminution considérable de sa résistance à l'action des bases et par la taille moitié moindre de ses molécules en solution diluée.

2° L'existence d'hémoglobines de même spectre et de stabilité différente vis-à-vis des bases démontre que les caractères spectraux de ces pigments ne constituent pas un indice absolu de l'intégrité de leur molécule; aussi la réaction de von Krüger, basée sur l'étude de la résistance de ces corps à l'action de la soude, ne permet-elle pas à elle seule de caractériser une hémoglobine naturelle.

3° La pression osmotique par unité de concentration, $\pi = p/C$, des hémoglobines sanguines naturelles croît de 2,6 à 3,1 environ à pH 7,38 et à 0° quand leur concentration passe de 0,5 à $10^g,0$ pour 100^{cm^3}; le poids moléculaire de ces corps, dont les solutions peuvent être considérées comme idéales, est de 68000. Après réversion de la coagulation par la chaleur, la pression osmotique des hémoglobines par unité de concentration, π, s'abaisse régulièrement de 5,0 à 2,6 à pH 7,38 et à 0° quand la teneur en protéide des solutions passe de 0,2 à $3^g,5$ pour 100^{cm^3}; elle augmente ensuite très faiblement quand C devient plus grand. Il en

---

([3]) $\Phi = \pi/\pi_0$ est le rapport de π, calculé pour chaque osmomètre étudié, à π_0, valeur de π pour $C = 0$, déterminé par extrapolation. Φ englobe à la fois les corrections dues à l'équilibre de Donnan, à l'attraction interionique et au volume occupé par l'hydrate de protéide; il ne peut être calculé que pour des solutions idéales. Comme tel n'est pas le cas de celles des hémoglobines réversées après coagulation par la chaleur, nous avons déterminé M au facteur Φ près, M/Φ étant le poids moléculaire apparent.

([4]) *Zeits. f. physiol. Chem.*, 183, 1929, p. 78.

découle que le poids moléculaire apparent moyen des hémoglobines réversées, M/Φ, voisin de 33000 dans les solutions très diluées, augmente progressivement jusqu'à 68000 au fur et à mesure que les solutions s'enrichissent en protéide. Tout se passe donc comme si l'hémoglobine réversée après coagulation par la chaleur était dissociée en molécules de masse égale à 33000, lesquelles demeurent libres en solution diluée, mais s'associent deux à deux quand leur concentration dans le milieu augmente. Ces faits nous paraissent devoir être rapprochés du dédoublement réversible que subit la molécule d'hémoglobine dans les solutions concentrées d'urée et de diverses amides, observé par Burk et Greenberg et par Steinhardt.

4° L'action de la chaleur sur l'hémoglobine sanguine du Bœuf provoque un ensemble de modifications portant les unes sur les groupements hémaffines de la globine, les autres sur les forces de cohésion maintenant associées des quatre unités moléculaires *Hb* (P.M. 17000) dans l'hémoglobine naturelle Hb_4 (P. M. 68000). Ces dernières sont réversibles dans certaines conditions, tandis que l'affinité de la globine pour l'hématine diminue définitivement au cours de la coagulation par la chaleur, sans doute en raison de remaniements intramoléculaires analogues à ceux mis en évidence par Astbury au cours des dénaturations de protéides.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la dégradation anaérobie de la l-cystéine par la désulfurase, nouveau ferment contenu dans le foie.* Note (¹) de MM. **Claude Fromageot**, **Earl Wookey** et Mme **Paulette Chaix**, présentée par M. Maurice Javillier.

Poursuivant nos recherches sur la dégradation, en anaérobiose, de certains dérivés sulfurés, notamment de la cystéine et de la cystine, nous avons mis en évidence l'existence, dans le foie du chien, d'un ferment dont l'action sur la cystéine se manifeste par la production intense d'hydrogène sulfuré, sans qu'il y ait libération concomitante d'ammoniaque. Qu'il s'agisse bien là d'une action fermentaire est démontré par le fait qu'une préparation de foie normalement active perd toute activité par chauffage à 100° pendant 15 minutes, et par la spécificité optique absolue de la

(¹) Séance du 4 décembre 1939.

réaction. En broyant finement un foie de chien, puis en traitant la pâte liquide par l'acétone et l'éther dans les conditions habituelles, on obtient une préparation sèche, pulvérulente, qui, maintenue sous vide à la glacière, conserve son activité sans changement pendant plusieurs semaines. Par simple macération dans l'eau froide (n grammes dans $n \times 3^{cm^3}$ à o° pendant 40 minutes) suivie d'une centrifugation, cette poudre donne un extrait aqueux actif, limpide. C'est un tel extrait qui est utilisé dans toutes les expériences dont nous donnons ci-dessous les résultats, et qui concernent quelques-unes des propriétés du ferment en question : variations de l'activité en fonction de la température, du pH et de la concentration en cystéine, spécificité stéréochimique et répartition dans l'organisme.

Nous exprimons l'activité du ferment vis-à-vis de la cystéine par la quantité Q_{H^2S} d'hydrogène sulfuré, calculée en γ dégagés par heure et par milligramme de substance sèche contenue dans la préparation fermentaire. Les mesures sont faites en employant des solutions soigneusement tamponnées, dont le volume total est de 20^{cm^3}, contenant toujours 2 % de toluène, et qui sont constamment maintenues en atmosphère d'azote pur ou d'anhydride carbonique pur.

1° *Influence de la température.* — Chlorhydrate de *l*-cystéine 20^{mg}; pH 7,2; durée 30 minutes.

Température.	20°.	30°.	37°.	40°.	45°.	50°.	60°.
Q_{H^2S}......	0,17	1,85	4,40	5,09	6,47	7,35	0,82

2° *Influence du* pH. — Chlorhydrate de *l*-cystéine 20^{mg}; température 37°; durée 3 heures.

pH.....	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
Q_{H^2S}.....	0,0	0,0	0,0	2,33	3,44	2,95	1,85	1,71

3° *Influence de la concentration en cystéine.* — Température 37°; pH 7,2; durée 1 heure.

Chlorhydrate de *l*-cystéine (mg)...	2,0	5,0	10,0	20,0	40,0
Q_{H^2S}...........................	0,57	1,21	2,50	3,80	3,70

4° *Existence d'une limite de la réaction.* — Chlorhydrate de *l*-cystéine 5^{mg}; température 37°; pH 7,2; poids sec de la préparation fermentaire 90^{mg}.

Temps en heures..............	1/4.	1/2.	1.	1,30.	3.	5.
H^2S produit en γ............	18	40	105	146	184	185

5° *Spécificité stéréochimique.* — Chlorhydrate de *l* ou de *d*-cystéine 7^{mg},5; température 37°; pH 7,2; durée 1 heure.

	dérivé-*l*.	dérivé-*d*.
Q_{H^2S}	1,67	0,0

6° *Répartition dans quelques organes.* — La répartition du ferment dont il s'agit ici est indiquée par les activités comparées de quelques organes frais vis-à-vis de la production de H^2S à partir de *l*-cystéine.

Foie.	Pancréas.	Rein.	Muscle.	Cerveau.
100	10 à 30	7	1,2	0,3 à 0,7

Nous ne sommes pas encore en mesure de donner avec certitude la nature de la réaction impliquée dans cette dégradation de la *l*-cystéine. Nous soulignerons cependant que, cette dégradation se faisant sans libération de NH_3, le ferment dont il s'agit ici, et pour lequel nous proposons le nom de *désulfurase*, est tout à fait différent de la *l*-cystéinase dont l'existence a été mise en évidence chez *Bacterium Coli* par Desnuelle et Fromageot ([2]) et dont l'action, correspondant à une oxydo-réduction interne de la molécule de cystéine, se manifeste par une désamination couplée à la désulfuration.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence inhibitrice des protéines sériques sur l'altération de la bilirubine en solution alcaline.* Note de M. **Augustin Boutaric** et Mme **Madeleine Roy**, présentée par M. Charles Achard.

1. Par oxydation, les solutions de bilirubine passent du jaune au vert à la suite de la transformation de la bilirubine en biliverdine. Une telle transformation s'accomplit très rapidement au sein des solutions de soude, même lorsqu'on prépare ces solutions avec de l'eau longuement bouillie et qu'on les conserve dans l'obscurité et à basse température (0°), après avoir pris la précaution de déposer à leur surface une mince couche d'huile de vaseline destinée à empêcher le contact avec l'air. Dans un travail récent, M. Barac ([1]) a signalé que l'addition d'acide ascorbique permet de stabiliser la bilirubine en milieu alcalin. De notre côté, au cours de recherches encore inédites sur certaines propriétés physico-chimiques des

([2]) *Enzymologia*, 6, 1939, p. 80.

([1]) *Bull. Soc. Chim. biol.*, 21, 1939, p. 1163.

solutions de bilirubine, nous avons pu assurer une stabilisation à peu près indéfinie de ces solutions par addition de sérum ou de sérum-albumine; l'addition de tels colloïdes présente en outre l'intérêt d'empêcher la floculation des solutions réalisées en milieu tamponné par des sels à anions polyvalents (phosphates ou borates) afin d'assurer la constance d'un coefficient pH alcalin.

2. Ayant préparé une solution renfermant $2p$ milligrammes de bilirubine pour 100 cm^3 d'un milieu solvant constitué par une solution de chlorure de sodium à 8^g par litre rendue centinormale en soude, on dilue cette solution à volumes égaux : 1° avec le même milieu solvant (solution A); 2° avec du sérum de cheval (solution B) : 100 cm^3 d'une telle solution renferment, en outre des p milligrammes de bilirubine introduits, la bilirubine présente dans le sérum. Voici, pour $p = 5$ milligrammes, les densités optiques relatives à $\lambda = 480\ m\mu$, mesurées au moyen du spectrophotomètre de Jobin et Yvon à des intervalles de temps différents après leur préparation, les solutions étant conservées à 0° et à l'abri de la lumière :

	Jours.		
Solution.	0.	4.	11.
A	1,64	0,27	0,07
B	1,78	1,78	1,76

Alors qu'en l'absence de sérum, la densité optique diminue très rapidement en fonction du temps, cette densité optique se maintient constante en présence de sérum pendant une durée considérable indiquant une conservation à peu près indéfinie de la solution.

Avec des proportions de sérum plus faibles (1 ou 2 cm^3 pour 25 cm^3 de solution) on réalise une stabilité de moins longue durée, mais suffisante pour que les solutions restent pratiquement invariables pendant 24 à 48 heures, c'est-à-dire pendant une durée suffisante pour beaucoup de recherches.

3. L'addition de sérum présente l'inconvénient d'introduire une quantité supplémentaire de bilirubine; mais nous avons pu obtenir une stabilisation aussi rigoureuse des solutions de ce corps, pour n'importe quelle valeur du coefficient pH, par addition de sérum-albumine. Nous avons utilisé à cet effet la sérum-albumine préparée à l'aide de la méthode de l'acétone à froid de M. Maurice Piettre.

Nous donnons ci-contre les valeurs de la densité optique relative à $\lambda = 480^{m\mu}$ de trois solutions renfermant pour 100^{cm^3} : 1° 10^{mg} de bilirubine, 1^{cm^3} de soude N/5, 25^{cm^3} d'une solution N/5 de $Bo^3H^3 + ClK$ et 2^g de sérum-albumine (solution A, pH 6,85); 2° 5^{mg} de bilirubine, 1^{cm^3} de

soude N/5, 25$^{cm^3}$ d'une solution N/5 de Bo^3H^3 + ClK et 1^g de sérum-albumine (solution B, pH 6,85); 3° 1^{mg} de bilirubine, 1$^{cm^3}$ de soude N/5, 25$^{cm^3}$ d'une solution N/5 de Bo^3H^3 + ClK et 0^g,2 de sérum-albumine (solution C, pH 7,20).

Solution.	Jours. 0.	3.	7.
A....................	1,64	1,64	1,66
B....................	1,63	1,43	1,40
C....................	0,60	0,60	0,60

Pour toutes les solutions étudiées la présence de sérum-albumine arrête l'oxydation de la bilirubine pendant un temps pratiquement indéfini.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Essai de vitaminisation préventive*. Note de MM. **Georges Mouriquand**, **Maurice Dauvergne** et Mme **Violette Edel**, présentée par M. Charles Achard.

Il n'est pas indifférent, pour la biologie, et semble-t-il plus encore pour l'hygiène et la thérapeutique, de se demander s'il est possible d'ajouter aux réserves normales d'un organisme en vitamines un stock supplémentaire de ces substances, pour renforcer et prolonger sa résistance vis-à-vis de carences futures. Un organisme considéré comme sain, possédant un équilibre nutritif, un taux normal de vitamine, peut-il accepter ce supplément de substances *minimales* et le cas échéant l'utiliser? Nous n'envisageons pas ici les cas extrêmes, où l'excès de vitamine aboutit aux troubles classiques des diverses hypervitaminoses [1].

Nous limiterons pour l'instant notre étude à la vitamine C.

Nous avons pris deux lots de cobayes, de même poids, de même âge, nourris depuis un mois, au moins, au même chenil. Certains de ces animaux sacrifiés avant l'expérience montraient un taux normal d'acide ascorbique dans leurs surrénales (0,21, 0,23, H. Tête).

Un de ces lots est resté à la ration simple du chenil. Les animaux de l'autre lot ont quotidiennement reçu (en outre de cette ration) pendant 15 jours 50^{mg} d'acide ascorbique (voie digestive). Au bout de ce temps assez long pour qu'une *survitaminisation* puisse être possible, le sacrifice (après 24 heures de suppression de la vitamine C, pour ne pas troubler les

(1) Ce terme *hypervitaminose* a un sens pathologique, celui de vitaminisation un sens thérapeutique.

résultats des dosages) dans chacun de ces lots a montré que la teneur de leur surrénale était la même en acide ascorbique (0,21, 0,22).

Il n'y avait donc pas *survitaminisation chimique*.

Mais il était nécessaire de savoir si les animaux *survitaminés* résistaient mieux à la carence en vitamine C que les témoins. Or, les animaux de l'un et l'autre lot mis au régime scorbutigène ont respectivement présenté l'apparition des signes de scorbut entre le 12e et le 14e jour de la carence. Les uns et les autres sont morts du 28e au 32e jour.

Il résulte de ces expériences qu'un organisme de cobaye, contenant des doses considérées comme normales de vitamine C, ne peut être pratiquement survitaminé.

L'adjonction supplémentaire d'acide ascorbique à un régime équilibré, assurant le stock nécessaire de l'organisme en vitamine C, ne semble donc pas, au moins d'après l'expérimentation, thérapeutiquement indiquée.

La séance est levée à 15h35m.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 4 décembre 1939.)

Note de M. *Paul Bertrand*, Nouvelles observations sur les Fougères primitives du genre *Cladoxylon* :

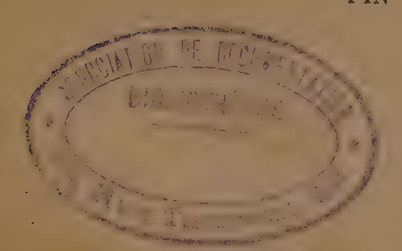
Page 840,
lignes 15 et 16, *au lieu de* les radicelles, *lire* les porte-racines.
lignes 17 à 20, *supprimer la phrase* Celui-ci était sans doute pourvu.... etc.
ligne 21, *au lieu de* en dépit de cette ressemblance, les radicelles.... etc., *lire* Ces axes ont encore la valeur de cladodes; ils se ramifient en donnant des axes élémentaires (*télomes*), différenciés en organes absorbants (*radicelles*) et pourvus d'un faisceau primitif grêle.

(Séance du 11 décembre 1939.)

Note de M. *Georges Grenet*, Un séismographe vertical universel :

Page 895, *au lieu de* Georges, *lire* Gaston.

FIN DU TOME DEUX CENT-NEUVIÈME.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.



TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1939.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME 209.

I. — PARTIE SCIENTIFIQUE.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

X

Z

II. — PARTIE ACADÉMIQUE.

A

B

C

D

E

F

H

I

N

P

S

U

TABLE DES AUTEURS.

A

C

D

E

F

G

H

I

J

K

Q

R

S

T

U

V

W

Y

Z



GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
113750-40 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.